

Caracterització geotècnica del
subsòl del Pla de Barcelona.
Aplicació en Sondeigs de la Zona
Franca, Plaça de la Gardunya i
Plaça Europa.

(Memòria)

Joaquim Daura i Ollé
David Parcerisa Duocastella
E.T. Mines
Juny de 2008

Índex

Índex.....	i
Agraïments	iv
1. Introducció	1
2. Objectius	3
3. Metodologia	
3.1 – Treball de camp.....	4
3.2 – Treball de laboratori	5
3.2.1 – Assaigs de Granulometria per garbellament.....	5
3.2.2 – Límits d'Atterberg	8
3.2.3 – Assaig edomètric convencional.....	10
3.2.4 – Assaig de tall directe	12
3.2.5 – Assaig SPT.....	12
3.2.6 – Caracterització petrològica de les roques.....	13
3.2.7 – Resum de les principals Normes UNE de referència i consulta	14
3.2.7.1 – UNE 103 100/95	14
3.2.7.2 – UNE 103 101/95	16
3.2.7.3 – UNE 103 103/94	19
3.2.7.4 – UNE 103 104/93	23
3.2.7.5 – UNE 103 300/93	25
3.2.7.6 – UNE 103 401/98	26
3.2.7.7 – UNE 103 405/94	27
3.3 – Treball de gabinet.....	33
4. El context geològic del Pla de Barcelona	
4.1 – Introducció	34
4.2 – Geologia de superfície.....	35
4.2.1 – Marc Geogràfic	35
4.2.2 – Context Geològic	37
4.2.2.1 – Paleozoic sedimentari i metamòrfic.....	39
4.2.2.2 – Paleozoic igni.....	40
4.2.2.3 – Sediments deltaics i litorals del Miocè	41
4.2.2.4 – Sediments Pliocens	42
4.2.2.5 – Dipòsits Quaternaris de <i>Peudemont</i> (Pleistocè).....	43
4.2.2.6 – El Quaternari de la franja litoral deltaica (Holocè).....	45
4.2.2.7 – Reblerts antròpics recents	48

4.3 – Geologia de subsòl	50
4.3.1 – Distribució i interpretació de les unitats descrites	50
4.3.1.1 – Paleozoic	51
4.3.1.2 – Triàsic	51
4.3.1.3 – Miocè Inferior (origen continental)	52
4.3.1.4 – Miocè Languità–Serraval·lià (origen deltaic)	53
4.3.1.5 – Pliocè	54
4.3.1.6 – Quaternari	54

5. Caracterització geotècnica d'una formació geològica

5.1 – Introducció	55
5.2 – Bases per a la classificació de les roques i els sòls amb finalitats enginyerils	57
5.3 – Descripció de les roques per a fins enginyerils	58
5.3.1 – Nom litològic de la roca	59
5.3.2 – Descripció de les propietats de la roca	61
5.3.2.1 – Color	61
5.3.2.2 – Textura	61
5.3.2.3 – Grau de meteorització	62
5.3.2.4 – Resistència	63
5.3.3 – Descripció de les propietats del massís rocós	63
5.3.3.1 – Estructura	63
5.3.3.2 – Discontinuitats	63
5.4 – Descripció del perfil d'alteració meteòrica en un massís rocós	67
5.4.1 – Introducció	67
5.4.2 – Perfil d'alteració meteòrica	67
5.5 – Classificació dels sòls per a fins enginyerils	69
5.5.1 – Noms de sòl descriptius	70
5.5.2 – Descripció del material constituent del sòl	74
5.5.2.1 – Color	74
5.5.2.2 – Composició i forma de les partícules	74
5.5.2.3 – Grau de meteorització	74
5.5.2.4 – Resistència	74
5.5.3 – Descripció de la massa del sòl	76
5.5.3.1 – Estructura	77
5.5.3.2 – Discontinuitats	77
5.5.4 – Perfil meteòric	78
5.6 – Informació geològica addicional per a la descripció de sòls i roques	78
5.7 – Sòls antròpics	78
5.7.1 – Sòls usats en obres d'enginyeria	78
5.7.2 – Altres sòls antròpics	78

5.7.2.1 – Origen	78
5.7.2.2 – Presència de grans objectes	78
5.7.2.3 – Buits	79
5.7.2.4 – Matèria química i orgànica.....	79
5.7.2.5 – Materials tòxics, incloent gasos	79
5.7.2.6 – Edat.....	79
5.7.3 – Efectes dels reompliments antròpics en roques i sòls adjacents	79
6. Resultats i Discussió	
6.1 – Descripció de la testificació	80
6.1.1 – Sondeigs SA i SD	80
6.1.2 – Sondeig L2 63.....	82
6.1.3 – Sondeig AMT	83
6.2 – Descripció de les unitats geotècniques proposades	86
6.2.1 – Unitat de gresos del Triàsic Inferior (<i>Buntsandstein</i>)	86
6.2.2 – Unitat granular de sorres i graves del Miocè Mig Deltaic	86
6.2.3 – Unitat de sediments cohesius del Miocè Mig Deltaic	88
6.2.4 – Unitat granular de sorres i graves del Quaternari (Plistocè)	91
6.2.5 – Unitat de sediments cohesius del Quaternari (Plistocè)	93
6.2.6 – Unitat granular de sorres i graves del Quaternari Deltaic (Holocè).....	95
6.2.7 – Unitat de sediments cohesius del Quaternari Deltaic (Holocè)	96
6.2.8 – Rebliment Antròpic	97
7. Conclusions	98
8. Bibliografia	100

Annexes

A. Gràfiques de les columnes de sondeig (Acta de sondeig) i fotografies de les caixes

- A.1 – Acta i fotografies del sondeig SA
- A.2 – Acta del sondeig SD
- A.3 – Acta i fotografies del sondeig L2 63
- A.4 – Acta i fotografies del sondeig AMT

B. Resultats dels assaigs de laboratori

- B.1 – Anàlisi Granulomètric
- B.2 – Límits d'Atterberg
- B.3 – Assaigs Edomètrics
- B.4 – Assaigs SPT
- B.5 – Fitxes de les làmines primes

Agraïments

L'autor d'aquest estudi vol agrair la col·laboració, d'una manera o d'una altra, al següent col·lectiu de persones:

En primer lloc voldria agrair al meu director de Projecte de Final de Carrera David Parcerisa, la confiança que va dipositar en mi a l'hora de realitzar aquest estudi. Gràcies per la col·laboració, implicació i dedicació; gràcies pel temps dedicat, per les possibilitats ofertes i per tot el què m'has ensenyat. He disfrutat i après enormement al teu costat, en totes i cada una de les teves aportacions; sense tu aquest projecte mai hauria estat possible

També voldria expressar el meu agraïment a les empreses i institucions que m'han proporcionat i facilitat l'accés a gran part de les dades emprades en aquest projecte. Aquestes són, Bosch & Ventayol Geo-serveis, Geotec 262, Geocat, l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa i la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona.

Fer esment, d'un especial agraïment a la Yael Díaz i al Mahjoub Himi del Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica de la Facultat de Geologia (UB) pel seu temps i paciència dedicats a la lectura dels edòmetres i a les facilitats que m'han ofert per a la resolució de bona part de la feina de laboratori. Així com a l'Albert Cases i a totes aquelles persones que, directa o indirectament, m'han ajudat o facilitat les coses per a portar a terme la realització d'aquest treball.

Voldria expressar la meua gratitud als meus pares Joaquim i Roser, per la il·lusió, paciència i suport que sempre m'han donat, així com a les meves germanes.

A Estanislau Pujades per facilitar-me la feina i les dades de la testificació del Sondeig d'Amadeu Torné. També a totes aquelles persones que d'alguna manera, i potser sense voler-ho m'han ajudat o simplement donat ànims per continuar endavant.

Per últim, però no menys important, fer un esment a *l'atzar*, ja que de no haver-se donat un seguit de circumstàncies, algunes bones i altres no tant bones, potser mai hauria estat possible la redacció d'aquesta memòria.

A tots ells, gràcies!!!

1. Introducció

Pel què fa referència a l'estudi del subsòl del pla de Barcelona motiu d'aquest treball, aquest es va iniciar a principis de segle XX i va començar a prendre més força cap als anys 60 (Almera, 1891; Llopis, 1942, 1946; Solé-Sabarís *et al.*, 1957, Solé-Sabarís, 1963).

Més recentment, durant els últims anys, la geologia de la depressió de Barcelona ha estat objecte de gran atenció i estudi degut a les nombroses obres d'infraestructures de gran envergadura que han travessat aquesta zona. Per això, els anàlisi dels sondeigs realitzats en aquests treballs, han permès avançar en el coneixement de les característiques del subsòl pre-quadernari.

En tot aquest temps, s'han anat publicant diferents estudis detallats que han permès avançar la descripció de molts aspectes geològics: hidrologia, sedimentació, paleontologia, geoquímica... (Gàmez, 2007), i geotècnics (Ventayol *et al.*, 2002) d'aquesta zona de Catalunya on tantes activitats s'hi desenvolupen.

Situada entre els deltes dels rius Besòs i Llobregat, i ocupant la planícia que suaument descendeix des del peu de Collserola fins al mar Mediterrani, la ciutat de Barcelona presenta una notable varietat de litologies al seu subsòl.

A diferència d'altres ciutats en les que existeixen pocs tipus de sòl, amb una estructura força horitzontal i homogènia, a Barcelona conflueixen roques i sòls de molt diversa edat i origen geològic amb una estructura que malgrat ser bastant coneguda en general, pot presentar una gran complexitat en el seu estudi de detall.

La problemàtica de l'estudi del subsòl de Barcelona no només ve donada pel gran nombre de materials presents, sinó també per les variacions dins d'una mateixa capa en particular i en alguns casos per l'absència de contactes horitzontals.

En aquesta zona de Catalunya, hi ha la desembocadura dels rius Besòs i Llobregat per tant, com és lògic, hi haurà un predomini de sòls d'origen sedimentari, és a dir graves, sorres de platja i sediments fins, en una distribució força complexa organitzada en estrats.

Amb aquest estudi es pretén caracteritzar el subsòl de Barcelona en quatre sondeigs diferents. L'anàlisi s'ha centrat en la descripció i caracterització geotècnica dels sòls, ja que és el tipus de material més abundant de la zona on es realitzen la majoria d'infraestructures del Pla de Barcelona. Tot i així també s'han caracteritzat, des del punt de vista litològic, les roques presents als sondeigs.

Els estudis de caracterització geotècnica requereixen la realització de nombrosos assaigs de naturalesa diversa, que permetin valorar les diferents propietats que condicionen el comportament geomecànic d'un material: mineralogia, granulometria, plasticitat, resistència, etc. Per a tal fi cal recollir una sèrie de mostres, d'acord amb les recomanacions donades per la normativa vigent per a definir les unitats geotècniques.

La part experimental consistirà en la realització dels assaigs d'identificació (granulometries i determinació dels límits d'Atterberg) i consolidació unidimensional, tots realitzats segons la norma vigent (AENOR, 2002). Finalment, per estudiar la mineralogia de les roques s'han realitzat, analitzat i descrit diferents làmines primes.

L'objectiu final d'aquesta memòria és per tant, delimitar les unitats geotècniques als sondeigs analitzats i establir uns valors de referència per a cada una de les propietats geotècniques analitzades, en aquestes unitats de subsòl del pla de Barcelona; concretament aplicat a les zones de Plaça Europa, Plaça Gardunya i la Zona Franca.

Així, amb la motivació d'ampliar els conceptes de l'assignatura *"d'Enginyeria i Morfologia del Terreny"*, juntament amb el professor que l'imparteix, s'ha iniciat un estudi de camp, amb el posterior treball de laboratori i gabinet, de quatre sondeigs del subsòl del pla de Barcelona.

Així doncs, aquest treball serveix com a introducció a la geotècnica d'assaig i per aprofundir en els coneixements sobre l'anàlisi, descripció i tractament de dades del sòl.

2. Objectius

Aquesta memòria, malgrat ser de caire obligatori dins la carrera d'enginyeria tècnica de mines, especialitat en l'explotació de mines dins l'escola politècnica de Manresa, s'ha intentat que tingués un caràcter el més amè possible i a l'hora que despertés el màxim interès per a la seva elaboració.

Així doncs amb aquest precedent, els principals objectius formatius en què s'ha concretat el present estudi són doncs, els següents:

- a)** Descripció, anàlisi i interpretació del context geològic del Pla de Barcelona, tant en aflorament com a subsòl.
- b)** Descripció i anàlisi de la metodologia a emprar per caracteritzar un sòl i un massís rocós.
- c)** Aprendre el mètode operatiu d'una caracterització geotècnica així com la classificació dels seus principals paràmetres.
- d)** Aprendre les tècniques i procediments més habituals per a realitzar una testificació geològica. També, adquirir coneixements sobre les operacions que es porten a terme en un sondeig (recollida de mostres inalterades, anàlisi SPT, ...).
- e)** Aprendre els procediments teòrics i pràctics per conèixer els paràmetres geotècnics d'un sòl; concretament conèixer les metodologies de laboratori per als assaigs:
 - Granulomètric.
 - Límits d'Atterberg (determinació del límit plàstic i límit líquid mitjançant assajos normalitzats d'un sòl).
 - Edomètric

Posteriorment elaborar un sistema de tractament de dades per al seu anàlisi, interpretació i discussió.

- f)** Adquirir coneixements molt bàsics sobre la caracterització petrogràfica de les roques a través del microscopi, així com el reconeixement dels minerals i components que formen aquestes mostres de roca.
- g)** Actualitzar aparells tals com garbells, i emprendre un estudi al laboratori de Mines de l'EPSEM.
- h)** Posar en funcionament les bancades edomètriques de la Sala de Premsa i Assajos Materials del Laboratori de Geotècnia de la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona.

Respecte als objectius científics, amb aquest estudi es pretén:

- a)** Realitzar una caracterització geològica i geotècnica d'una porció del subsòl de Barcelona.
- b)** Proposar una delimitació en diferents Unitats Geotècniques.
- c)** Donar uns valors de referència respecte a les propietats geotècniques d'aquestes Unitats.
- d)** Publicar els resultats en una revista especialitzada d'àmbit nacional.

3. Metodologia

Per tal d'assolir els objectius marcats en aquest estudi, s'ha elaborat un esquema de treball distribuït en una etapa de camp, una d'anàlisi en laboratori i una darrera de gabinet.

3.1 – Treball de camp

Durant l'etapa de camp s'han confeccionat les testificacions corresponents a quatre sondeigs del Pla de Barcelona emprats pel desenvolupament d'aquest estudi. Concretament s'han testificat dos sondeigs de la Plaça Gardunya (Districte de Ciutat Vella, Barcelona), denominats com a sondeig SA i sondeig SD; un sondeig del Carrer Amadeu Torné (terme municipal de l'Hospitalet de Llobregat), denominat com a sondeig AMT; i finalment un quart sondeig a la Zona Franca (Barcelona), que s'ha denominat sondeig L2-63.

- SA i SD: sondeigs facilitats per l'empresa Bosch & Ventayol (s'ha emprat la nomenclatura original que l'empresa els hi va donar). Aquests sondeigs es troben a la Plaça de la Gardunya (darrera el mercat del la Boqueria, districte de Ciutat Vella, a Barcelona). El sondeig SA s'hi accedeix pel c/ de Jerusalem, i el sondeig SD és més proper al c/ Floristes de la Rambla; aquests sondeigs se situen en extrems oposats de la Plaça, separats per un centenar de metres.
- L2 63: sondeig facilitat per Estanis Pujades i pertanyent a Geoson. Aquest sondeig es troba al c/ del Foc, a l'alçada del seu encreuament amb el c/ del Ferro, a la Zona Franca (Barcelona). En aquest cas, s'ha mantingut la denominació original del sondeig.
- AMT: sondeig pertanyent a les obres de la línia 9 del metro de Barcelona (Geocat), realitzat a l'encreuament del c/ de Jerusalem amb el c/ Amadeu Torné de l'Hospitalet de Llobregat. Originalment fou anomenat sondeig S2C0248LI8IN, però per a la realització d'aquest estudi, la seva nomenclatura s'ha basat en el carrer on es troba.
- També es va procedir a recollir mostres del pou de l'estació d'Ildefons Cerdà de les obres de la línia 9 del metro de Barcelona. Aquestes mostres es troben en procés de tractament per emprar-les en un procés de datació mitjançant restes fòssils de micromamífers.

Les característiques de situació principals de cada sondeig són les resumides a continuació (Taula 3.1):

SONDEIGS	Profunditat del Sondeig (m)	UTM X	UTM Y	Cota d'embocadura (m)
SA	60.0	430 795	4 581 608	8,8
SD	55.2	430 695	4 581 560	9,5
AMT	29.0	426 805	4 579 200	7,1
L2 63	70.0	427 778	4 578 614	5,8

Taula 3.1 Característiques dels diferents sondeigs

La possibilitat de consulta als sondeigs es deu a la col·laboració de les empreses Bosch & Ventayol, Geotec 262 i Geocat.

Aquesta certificació s'ha fet paral·lelament amb la realització d'un mostreig sistemàtic de les diferents unitats que es troben als sondeigs (Taula 3.2); prenent cura d'agafar mostres representatives per a portar a terme els diferents assaigs (assaigs de granulometria per garbellament, determinació dels límits d'Atterberg, assaig edomètric convencional i làmina prima) planejats per a desenvolupar aquest estudi. A més, en alguns casos també s'ha fet un mostreig de porcions del sondeig cimentades i compactades per a la caracterització petrològica d'aquestes roques (Annex B.5).

3.2 – Treball de laboratori

Aquesta segona etapa ha consistit en una anàlisi de les mostres al laboratori aplicant diverses tècniques (Taula 3.2). Els assaigs realitzats han estat els següents:

3.2.1 – Assaigs de Granulometria per garbellament

Aquest assaig s'empra per a definir d'una manera objectiva i ràpida la granulometria del sòl, propietat que juga un paper fonamental (juntament amb la plasticitat) en la classificació dels sòls, la USCS (*Unified Soils Classification System*).

L'anàlisi granulomètrica té com objectiu determinar la proporció de les diferents granulometries que presenta un sòl, és a dir, mitjançant aquest anàlisi sabem la quantitat de sòl corresponent a cada interval granulomètric. Per a realitzar aquest assaig se sol emprar un garbellador automàtic (Figura 3.1). Una vegada coneguda la quantitat de sòl, en pes, que queda retinguda en cada garbell, es realitza una gràfica acumulativa on es representa el percentatge de sòl per a cada interval granulomètric mesurat a l'assaig des de la fracció més fina (< 0,08 mm) fins la fracció més grollera (> 100 mm). El resultat és un gràfic en forma de corba en el qual el pendent és directament proporcional a l'abundància d'un determinat tamany de partícula.

SONDEIG i/o MOSTRA	PROF.	MATERIAL	EDAT	TIPUS DE MOSTRA I ESTAT	TIPUS D'ANÀLISI	NORMES UNE
Sondeig Plaça Gardunya (Barcelona) S-A						
SA-01	58,5	Gres cimentat per carbonat	Miocè	Làmina prima		
SA-02	57,7	Sorra mitja-grollera ocre	Miocè	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
SA-03	56,5	Nòdul carb. en gres	Miocè	Làmina prima		
SA-04	54,6	Sorra mitja-fina ocre	Miocè	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
SA-05	53,5	Nòdul carb. en gres	Miocè	Làmina prima		
SA-06	51,9	Argila gris	Miocè	Microforaminífers en preparació		
SA-07	50,1	Argila gris	Miocè	Geotecnia per assajar	Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de Casagrande	UNE 103 103
					Determinació del límit plàstic d'un sòl	UNE 103 104
SA-08	44,1	Sorra fina ocre amb nòduls	Miocè	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
SA-09	36,6	Sorra mitja ocre	Miocè	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
SA-10	32,6	Còdol de miocè??	Quaternari??	Làmina prima		
SA-11	32,1	Argila marró clar	Quaternari	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
SA-12	27,8	Argila marró clar	Quaternari	Geotecnia per assajar	Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de Casagrande	UNE 103 103
					Determinació del límit plàstic d'un sòl	UNE 103 104
SA-13	26,8	Sorra mitja grollera vermella	Quaternari	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
SA-14	26,5	Sorra grollera cong ocre	Quaternari	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
SA-15	24,8	Sorra mitja ocre	Quaternari	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
SA-16	23,3	Argila marró clar	Quaternari	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
SA-17	18,8	Argila marró	Quaternari	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
SA-18	17,5	Argila marró clar	Quaternari	Geotecnia per assajar	Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de Casagrande	UNE 103 103
					Determinació del límit plàstic d'un sòl	UNE 103 104
SA-19	15,8	Argila marró clar	Quaternari	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
SA-20	14,4	Argila marró clar	Quaternari	Geotecnia per assajar	Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de Casagrande	UNE 103 103
					Determinació del límit plàstic d'un sòl	UNE 103 104
SA-21	13,0	Argila marró clar	Quaternari	Geotecnia per assajar	Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de Casagrande	UNE 103 103
					Determinació del límit plàstic d'un sòl	UNE 103 104
SA-22	11,2	Argila marró clar	Quaternari	Geotecnia per assajar	Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de Casagrande	UNE 103 103
					Determinació del límit plàstic d'un sòl	UNE 103 104
SA-23	8,2	Argila vermellosa	Quaternari	Geotecnia per assajar	Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de Casagrande	UNE 103 103
					Determinació del límit plàstic d'un sòl	UNE 103 104
SA-24	5,3	Argila marró clar	Quaternari	Geotecnia per assajar	Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de Casagrande	UNE 103 103
					Determinació del límit plàstic d'un sòl	UNE 103 104
SD-01	46,3	Sorra mitja ocre	Miocè	Geotecnia per assajar	Assaig de consolidació unidimensional d'un sòl en EDÒMETRE	UNE 103 405
SD-02	40,6	Argila gris/negre	Miocè	Geotecnia per assajar	Assaig de consolidació unidimensional d'un sòl en EDÒMETRE	UNE 103 405
SD-03	37,3	Argila ocre	Miocè	Geotecnia per assajar	Assaig de consolidació unidimensional d'un sòl en EDÒMETRE	UNE 103 405
Sondeig Amadeu Torner (Hospitalet de Llobregat) S2C0248LI8IN (AMT)						
AMT-1	21,6	Gres vermell	Buntsandsteir	Làmina prima		
AMT-2	17,6	Còdol de miocè??	Quaternari	Làmina prima		
AMT-3	17,0	Sorra	Quaternari	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
AMT-4	12,1	Sorra	Quaternari	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
AMT-5	11,0	Grava	Quaternari	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
AMT-6	5,3	Argila	Quaternari	Geotecnia per assajar	Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de Casagrande	UNE 103 103
					Determinació del límit plàstic d'un sòl	UNE 103 104
Sondeig Zona Franca (Barcelona) L2-63						
L2-63	69,0	Sorra fina blanquinosa	Miocè	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
L2-63	66,0	Sorra mitja marró clar	Miocè	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
L2-63	61,5	Sorra fina ocre	Miocè	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
L2-63	59,7	Sorra mitja ocre	Miocè	Geotecnia per assajar	Anàlisi granulomètric de sòl per tamisat	UNE 103 101
L2-63	51,0	Calcària amb fòssils	Miocè	Làmina prima		
L2-63	50,5	Argila gris	Miocè	Microforaminífers en preparació		
L2-63	48,0	Nòdul de sílice??	Miocè	Làmina prima		
L2-63	47,5	Argila marró-blanca	Miocè	Geotecnia i RX per assajar	Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de Casagrande	UNE 103 103
					Determinació del límit plàstic d'un sòl	UNE 103 104
Mostres Pou Ildefons Cerdà						
PAR-1		Bretxes matriu argilosa gris	Miocè?	Micromamífers en preparació		
PAR-2		Bretxes matriu argilosa gris	Miocè?	Micromamífers en preparació		
PAR-3		Bretxes matriu argilosa gris	Miocè?	Micromamífers en preparació		

Taula 3.2 Llistat de mostres de cada sondeig



Figura 3.1 Esquema de muntatge d'un garbellador automàtic

Aquest assaig s'ha realitzat al laboratori de mines de l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa, UPC (Figura 3.2). Per a portar a terme aquest assaig, ens hem cenyit tant estretament com ens ha estat possible a la Norma UNE 103 101 *Anàlisi granulomètric de sòl per garbellat*.



Figura 3.2. Laboratori de Mines de l'EPSEM

3.2.2 – Límits d'Atterberg

Els assaigs de determinació del límit líquid i plàstic, s'empren per a definir d'una manera objectiva i ràpida la plasticitat d'un sòl, propietat que juga un paper fonamental (juntament amb la granulometria) en la classificació dels sòls, la USCS (*Unified Soils Classification System*), que engloba grans grups de sòls amb comportaments geotècnics semblants.

Càlcul del límit líquid, límit plàstic i de l'índex de plasticitat

S'entén per límit líquid, la humitat que té un sòl amassat amb aigua i col·locat en una cullera de *Casagrande* (Figura 3.3) quan el solc realitzat amb un acanalador que divideix aquesta massa en dues meitats, s'ajunta al llarg del seu fons en una distància de 13 mil·límetres, després d'haver deixat caure 25 vegades la cullera des d'una altura de 10 mil·límetres a un ritme de dos vegades per segon.

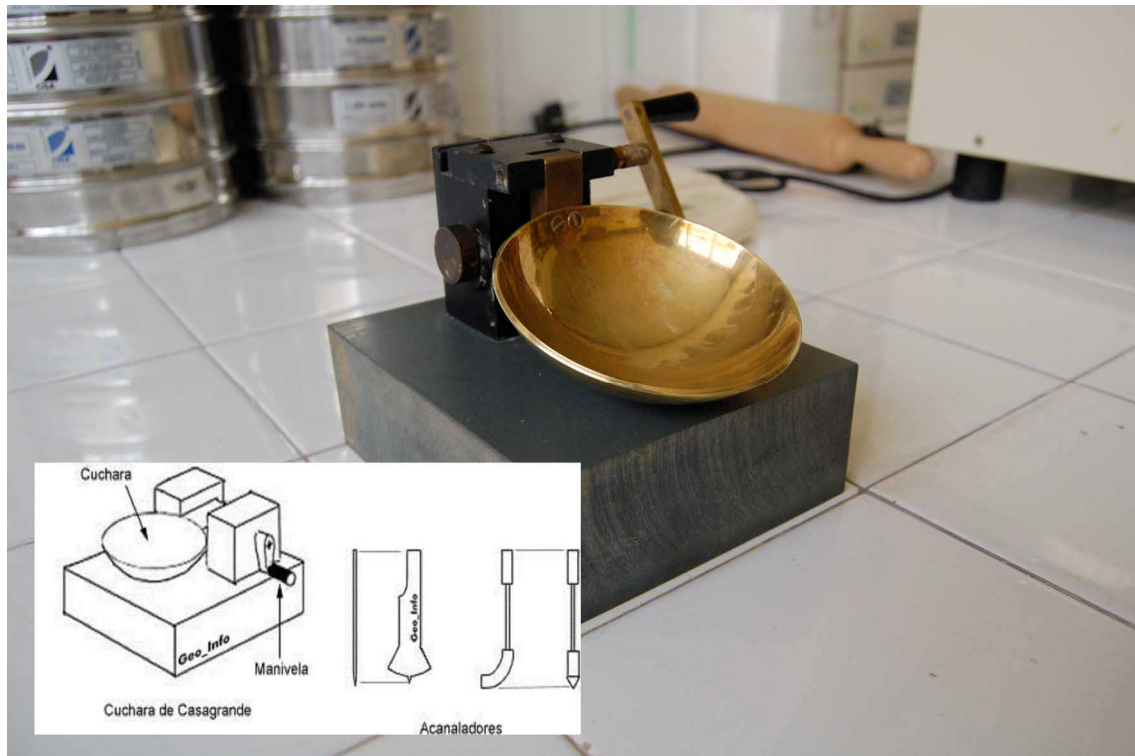


Figura 3.3 Fotografia i esquema de la cullera de *Casagrande* i esquema dels acanaladors

Per a realitzar aquest assaig s'empren mostres de granulometria fina (que passin pel garbell de 400 μm (bàsicament argiles) i s'amassa emprant espàtules. Tot seguit s'omple la cullera i fem el solc amb l'acanalador normalitzat (Figura 3.3).

Una vegada realitzat el solc, comptarem el nombre de cops que li donem a la cullera mitjançant la manovella i no pararem fins que les dues meitats separades pel solc es toquin, o

que el nombre de cops sigui major a 40 (mostres gairebé seques). Aquest procediment es realitzarà dues vegades: la primera vegada s'haurà d'obtenir un valor de cops situat entre 15 i 25, i la segona vegada un valor entre 25 i 35 cops.

Per cada vegada que necessitem omplir la cullera, prendrem una mica de mostra i la introduïrem en una càpsula per tal de determinar la seva humitat. Finalment, projectarem en una gràfica el nombre de cops respecte a la humitat registrada cada vegada, i obtindrem una recta de la que interpolarem als 25 cops per tal de conèixer el límit líquid.

Per calcular el límit plàstic, s'utilitza la resta de massa sobrant de l'anterior assaig i amb aquesta s'amassa la mostra sobre una superfície llisa com per exemple un vidre fins a obtenir cilindres de 3 mm de diàmetre (Figura 3.4) amb petites esquerdes però sense que es fragmentin. La humitat en aquest punt és el límit plàstic. Es mesura el pes dels cilindres en aquest estat i a continuació s'introdueixen l'estufa per tal d'eliminar-ne l'aigua i calcular-ne la humitat. Aquesta prova cal realitzar-la dues vegades per mostra per tal de calcular les seves respectives humitats i fer la mitja aritmètica dels dos valors, obtenint així el valor final del límit plàstic.



Figura 3.4 Procés de determinació del límit plàstic

L'índex de plasticitat final l'obtindrem restant el valor del límit plàstic del valor del límit líquid: $IP = LL - LP$.

Aquest assaig s'ha dut a terme al laboratori de mines de l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa (UPC). Per a portar a terme aquest assaig, ens hem cenyit a les Normes UNE 103 103 *Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de Casagrande*, i la Norma UNE 103 104 *Determinació del límit plàstic d'un sòl*.

3.2.3 – Assaig edomètric convencional

La compressió unidimensional d'un sòl és un procés que s'esdevé de forma natural i és relativament senzill de reproduir-lo al laboratori mitjançant un assaig edomètric convencional. Es col·loca una proveta de sòl saturat en un anell porta-mostres d'una cèl·lula edomètrica convencional (Figura 3.5), d'un edòmetre (Figura 3.6) i es sotmet a uns increments d'esforços totals.

Existeix un procés de càrrega i un altre de descàrrega. En el primer, es realitzen un mínim de 6 esglaons de càrrega amb una durada de 24 hores cadascun. En el procés de descàrrega se'n realitzen 2. Per a cada esglaó es mesura, en funció del temps, la deformació vertical que pateix la proveta fruit del procés de consolidació.

L'assaig edomètric convencional és un dels assaigs de consolidació unidimensional més utilitzats a la pràctica, i es poden prendre el seus resultats com a valors de referència.

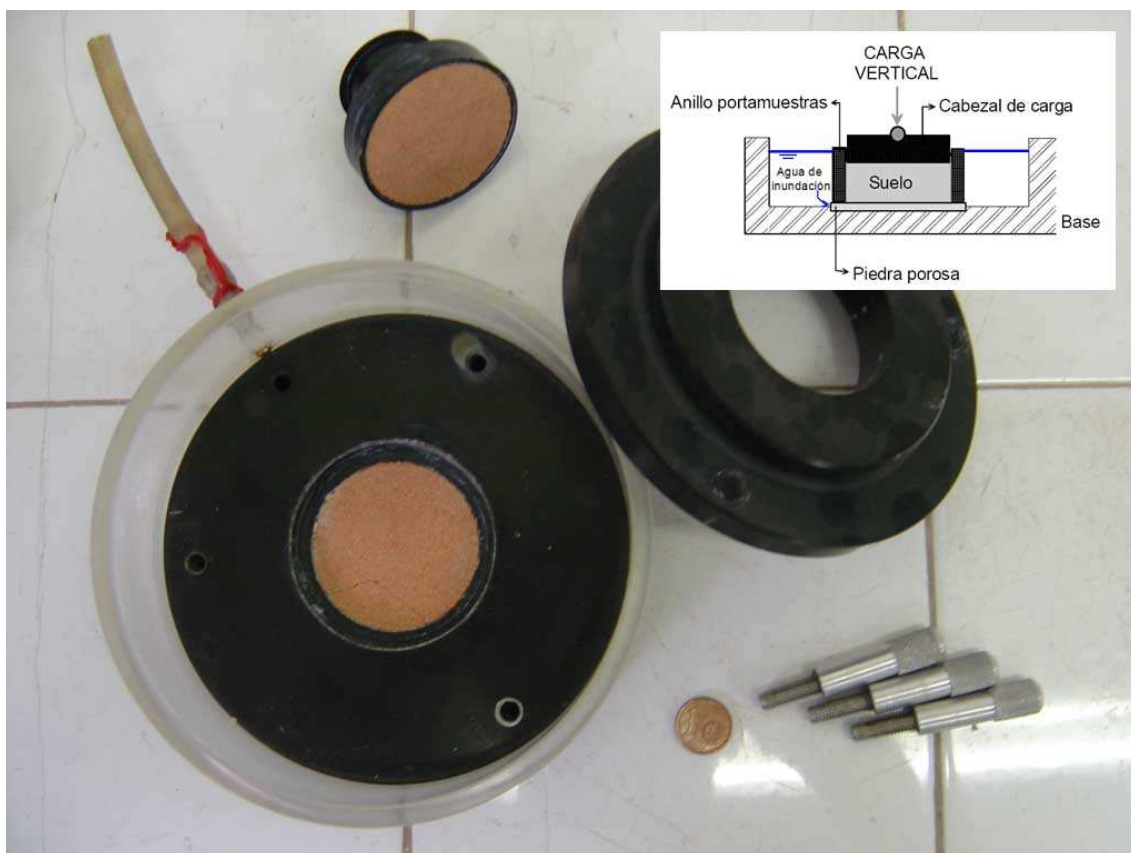


Figura 3.5 Cèl·lula edomètrica convencional, (Hoffmann, 2005)

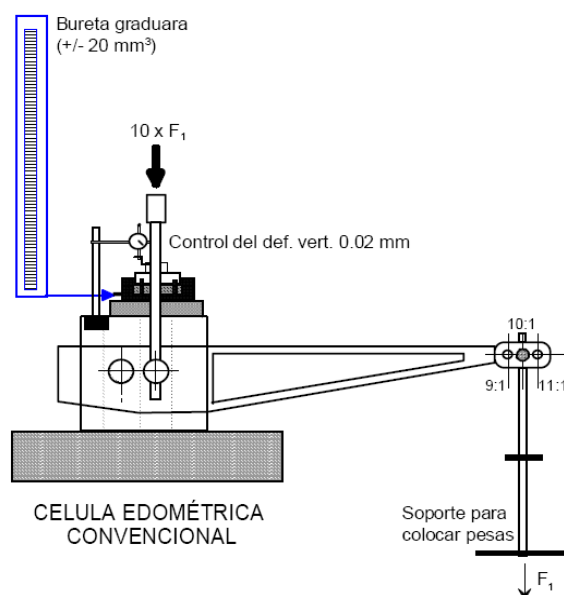


Figura 3.6 Edòmetre de palanca emprat en l'aplicació de càrrega en assaigs realitzats amb les cèl·lules edomètriques convencionals, (Hoffmann, 2005)

Per a portar a terme aquest assaig, s'han seguit els criteris establerts a la Norma UNE 103 402 *Assaig de consolidació unidimensional d'un sòl en edòmetre*. Aquest assaig s'ha portat a terme a la Sala de Premsa i Assajos Materials del laboratori de Geotècnia de la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona, UB (Figura 3.7).



Figura 3.7 Sala de Premsa i Assajos Materials de la UB

3.2.4 – Assaig de tall directe

L'assaig de tall directe té com a objectiu determinar la resistència a l'esforç tallant d'una mostra. La resistència a l'esforç tallant al sòl es deu a dos components: la cohesió (aportada per la fracció fina del sòl i responsable a la vegada del comportament plàstic d'aquest) i el fregament intern entre les partícules granulars.

Aquest assaig es realitza sobre una mostra de sòl inalterada situada dins una caixa de metall dividida en dues peces. Sobre aquesta peça s'aplicaran els esforços necessaris per obtenir els paràmetres de resistència del sòl (cohesió, c i angle de fregament intern Φ).

La realització d'aquest assaig es fa seguint la Norma UNE 103 401/98; en aquest cas però, no s'ha pogut portar a terme per falta de mostres inalterades.

3.2.5 – Assaig SPT

L'assaig SPT es pot realitzar directament en fer un sondeig o bé es pot fer mitjançant un penetròmetre.

L'assaig consisteix en donar cops a un tub d'acer de 60 centímetres de longitud fins que aquest s'encasta completament al terreny. La massa que s'utilitza té un pes de 63'5 kg i una caiguda de colpeig de 76 centímetres.

A partir d'aquest assaig s'obté un índex N que és la suma del número de cops necessaris per enfonsar els 30 centímetres centrals del tub d'acer. Els quinze primers centímetres es descarten per possible contaminació d'elements caiguts de les parets del sondeig i els quinze darrers centímetres es descarten per una possible sobreconsolidació del terreny. Amb aquest assaig també s'obté una mostra inalterada que s'extreu de dins del tub.

L'índex N dona una idea de la resistència a la penetració del sòl i, a més, és correlacionable amb alguns paràmetres geotècnics com ara la densitat relativa, l'angle de fregament intern, la càrrega admissible i l'assentament en sòls granulars. Tot i així per fer aquestes correlacions cal aplicar una correcció (Skempton, 1986). Aquesta correcció es deu al fet que els sistemes moderns d'execució dels assaigs SPT asseguren una caiguda automàtica i força lliure de la massa, mentre que en els mètodes antics, amb els quals es varen fer les correlacions, la caiguda no era totalment lliure.

Amb els mètodes actuals s'aplica un 60% de l'energia respecte els mètodes antics, per això, el valor corregit es coneix com a $N_{60\%}$ i consisteix en multiplicar l'índex N obtingut per un factor mínim de 1'4.

En aquest treball s'expressen les dades sense correcció ja que no es realitzen correlacions amb altres paràmetres geotècnics. La realització de l'assaig SPT es contempla a la norma UNE 103 800/92.

3.2.6 – Caracterització petrològica de les roques

Per tal de conèixer amb més detall les mostres rocoses, s'ha realitzat un estudi al microscopi petrogràfic. Per aquesta raó, s'han elaborat set làmines primes als servei de làmines primes als laboratoris de la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona.

A continuació, aquestes làmines han estat descrites, fotografiades i classificades (Folk, 1968).

3.2.7 – Resum de les principals Normes UNE de referència i consulta

3.2.7.1 – UNE 103 100/95

Preparació de mostres per assaigs de sòls

UNE 103 100 de juny de 1995

Objectiu

L'objectiu d'aquesta norma és la descripció de la forma d'efectuar la recepció i l'emmagatzematge de les mostres de sòl destinades a ser assajades al laboratori, així com la preparació de la quantitat de mostra necessària per realitzar els diferents assajos de sòl, de forma que sigui representativa del total rebut al laboratori. En el cas de les mostres inalterades el mètode de preparació es descriurà a les normes corresponents a l'execució dels assajos on aquestes prenen part.

Materials i objectes necessaris / recomanats

- Una cambra humida que mantingui una humitat relativa de $95\% \pm 5\%$ i una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$
- Una estufa de dessecació de temperatura regulable fins a 115°C
- Secadors, amb circulació d'aire fred o calent, regulables fins a 60°C
- Balança de 20 kg de capacitat, amb precisió d'1 gram
- Quartejadors d'obertura adequada al tamany de la mostra, essent com a mínim necessaris els d'obertures de 50, 20 i 5 mil·límetres
- Una lona de dimensions aproximades de 2000 mm x 2000 mm i dues barres d'acer d'uns 2500 mm de longitud
- Una sèrie completa de garbells de malla quadrada i teixit de filferro, que compleixin amb l'especificat a la Norma UNE 7050 – 2 (Garbells d'assaig. Teles metàl·liques, xapes perforades i làmines electro – formades. Mesures nominals de les obertures)
- Morter amb una maneta, que tingui goma a la part inferior
- Maceta de goma, per desfer els terrossos de sòl
- Material general de laboratori com safates, paletes, espàtules, sacs...

Procediment operatori

Recepció de la mostra al laboratori

Quan una mostra arriba al laboratori, cal fer-ne constar dades com la data d'entrada, el número de referència, dades d'identificació del propietari de la mostra, tipus de mostra i estat d'arribada al laboratori, identificació i procedència de la mostra, condicions i assaigs a realitzar...

Emmagatzematge de mostres

Per a mostres alterades, el laboratori ha de disposar d'un recinte on preservar-les dels agents atmosfèrics. En el cas de mostres inalterades, aquest recinte cal que sigui una cambra humida. En ambdós casos, cal evitar manipulacions excessives per tal que no es formin ruptures, fissures, etc.

Preparació de la mostra

En els assajos que es necessita una mostra inalterada, la seva preparació quedarà especificada a la mateixa Norma UNE corresponent a l'assaig.

En els assajos que es requereixi un assecat previ, es procedirà de la següent forma:

Cal assecar la mostra, bé sigui a l'aire, bé sigui a una estufa, però sempre a una temperatura inferior a 60°C, fins que es puguin desfer els terrossos de sòl de la mostra amb una maceta de goma.

Quarteig de la mostra

Mitjançant els quartejadors adequats, cal anar dividint la mostra en dues porcions aproximadament iguals fins a obtenir la quantitat de sòl que necessitem.

En el cas de mostres de partícules amb dimensions superiors a l'obertura dels quartejadors disponibles, operarem de la següent manera: col·locarem les dues barres d'acer al terra del laboratori, perpendicularment entre sí, i sobre elles col·locarem de forma centrada, la lona. Abocarem la mostra sobre la zona central d'aquesta i aixecarem simultàniament ambdues barres del terra; la mostra quedarà dividida, pràcticament en quatre parts iguals. Agafarem dues de les quatre parts situades en quadrants oposats.

Mostra necessària per a diferents assaigs

La quantitat de mostra necessària i el seu mètode específic de preparació, estan reflectits a la Norma UNE corresponent a cada un dels assaigs.

3.2.7.2 – UNE 103 101/95**Anàlisi granulomètric de sòls per garbellat****UNE 103 101 de juny de 1995****Objectiu**

Aquesta norma detalla el mètode per a determinar els diferents tamanys de partícules d'un sòl i obtenir la quantitat, expressada en tant per cent d'aquestes, que passen pels diferents garbells de la sèrie emprada a l'assaig, fins al garbell de 0'080 mm (Norma UNE 7050 – 2).

En cas de voler conèixer la distribució de tamanys de les partícules inferiors a l'obertura d'aquest garbell, s'ha de completar aquest assaig amb el de sedimentació segons la Norma UNE 103 102.

Materials i objectes necessaris / recomanats

- Una sèrie de garbells de malla quadrada i teixit de filferro que compleixin amb l'especificat a la norma UNE 7050 – 2. Una sèrie de garbells d'ús freqüent podria ser la d'obertura de malla en mm següent: 100; 80; 63; 50; 40; 25; 20; 12'5; 10; 6'3; 5; 2; 1'25; 0'40; 0'160 i 0'080
- Una balança d'uns 10 kg de capacitat que apreciï 1 gram i una altra d'uns 200 g de capacitat que apreciï 0'01g
- Un equip, compost per un agitador mecànic, amb un motor elèctric capaç de subministrar a una vareta agitadora una velocitat superior a 10 000 rpm, sense càrrega. La vareta agitadora ha de portar al seu extrem inferior una paleta o hèlix reemplaçable de metall, plàstic o goma dura, amb una forma i dimensions determinades. La longitud de la vareta d'agitació ha de ser tal que el seu extrem inferior estigui entre 19 mm i 38 mm del fons del vas d'agitació. A més ha de disposar d'un vas especial d'agitació on s'efectua la dispersió del sòl
- Secadors, amb circulació d'aire fred o calent, amb temperatura regulable fins a 60°C
- Una estufa de dessecació de temperatura regulable fins a 115°C
- Morter amb una maneta, que tingui goma a la part inferior i una maceta del mateix material per esmicolar els terrossos compostos per partícules del sòl
- Un vas de precipitats, d'uns 600 ml de capacitat
- Un raspall i una brotxa, per netejar les malles dels garbells
- Material general de laboratori (pesa – substàncies, provetes, varetes de vidre...)
- Aigua destil·lada
- Solució d'hexametafostat sòdic al 4%
- Quartejadors de diferents passos
- Opcionalment, una garbelladora mecànica

Preparació de la mostra per a l'assaig

Del sòl rebut es separarà mitjançant quarteig la quantitat de mostra necessària fins a obtenir una mostra representativa per a la realització de l'assaig.

La mostra s'eixugarà a l'aire o a l'estufa, però sempre a temperatura inferior a 60°C fins que es pugui desfer amb el morter o maceta de goma. Finalment es determinarà la seva massa amb una precisió de $\pm 1\text{g}$.

Procediment operatori

En primer lloc cal passar la mostra per sobre del garbell de 20 mm Norma UNE 7050 – 2. En certs casos, cal rentar el material groller que queda retingut en aquest per tal de fer la separació del material fi. Per recollir la fracció fina, caldrà deixar decantar l'aigua de rentat, assecat-ho fins a massa constant i finalment afegir-ho de nou a la fracció que passa pel garbell 20,0 mm Norma UNE 7050 – 2.

En cas d'haver rentat la fracció retinguda al garbell de 20 mm, es posa a l'estufa fins a massa constant, es deixa que es refredi fins equilibrar-se la temperatura i es garbella amb la sèrie de garbells amb malla superior a 20 mm, anotant la massa de la quantitat retinguda a cadascun d'ells.

De la fracció que passa el garbell de 20 mm es quartejarà fins a obtenir una porció pròxima a 2 kg i es repetirà el procediment anterior amb el garbell de 2 mm Norma UNE 7050 – 2. Aquest cop el garbellat serà amb la sèrie elegida de garbells de mida compresa entre 20 mm i 2 mm, anotant de nou la massa retinguda a cada un.

De la fracció que passa el garbell de 2 mm es quartejarà fins a obtenir dues porcions d'un 150 grams cada una en sòls arenosos i de 80 grams cada una en sòls argilosos o llimosos. D'una de les porcions es prendran uns 20 grams i es determinarà la seva humitat higroscòpica. De l'altre porció, es prendran uns 100 grams en cas d'arenes i 50 en cas de llims/argiles. Es passen a un vas de precipitats i s'afegeix lentament, al mateix temps que es remou amb una vareta de vidre, uns 125 cm³ de solució d'hexametafostat sòdic al 4% i es deixa en repòs unes 18 hores. Tot seguit es passa la suspensió al vas d'agitació; s'afegeix aigua destil·lada fins a uns 5 cm de la vora i s'agita lentament la suspensió durant un minut a unes 10 000 rpm.

Si només es realitza l'anàlisi granulomètrica per garbellat, s'aboca aquesta suspensió sobre el garbell de 0,08 mm i s'inicia de nou el procediment anterior de rentat, assecat, refredat i finalment garbellat amb la sèrie elegida entre 2 mm i 0,08 mm, anotant la massa retinguda a cada un d'ells.

Obtenció i expressió dels resultats

Per a l'obtenció dels resultats, es crearà una pròpia metodologia.

Aquesta metodologia es basa en l'elaboració de taules amb simples càlculs per a fer senzilla la representació dels resultats. En aquestes taules, tindrem una relació de dades entre el diàmetre del garbell i el percentatge que ha quedat retingut en aquest mesurat a la balança.

A partir d'aquí s'iniciaran una sèrie de senzills càlculs per obtenir les fraccions i percentatges retinguts i acumulats per acabar trobant el percentatge que passa.

Finalment, s'expressen els resultats del percentatge que passa i el tamany dels garbells, obtenint una gràfica de la que se'n podrà obtenir dades com el D_{60} (diàmetre de les partícules que compleix: % que passa = 60 %), D_{30} i D_{10} . Dades necessàries per a definir paràmetres com el coeficient d'uniformitat (C_u) i grau de curvatura (C_c) de la corba granulomètrica (Taula 3.3).

<i>Grau d'uniformitat</i>	<i>C_u</i>
Sòl Ben Graduat	> 20
Sòl Poc Uniforme	20 – 5
Sòl Uniforme	< 5

Taula 3.3 Paràmetre d'uniformitat, (González de Vallejo *et al.*, 2002)

3.2.7.3 – UNE 103 103/94

Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de Casagrande

UNE 103 103 de febrer de 1994

Objectiu

L'objectiu d'aquesta norma és establir el mètode per a determinar el límit líquid d'un sòl mitjançant l'aparell de *Casagrande*.

Es considerarà el límit líquid com la humitat que té un sòl amassat amb aigua i col·locat en una cullera normalitzada, quan un solc, realitzat amb un acanalador normalitzat, que divideix la mostra de sòl en 2 meitats, es tanca al llarg del seu fons en una distància de 13 mm, després d'haver deixat caure 25 vegades la cullera des d'una alçada de 10 mm sobre una base també normalitzada, amb una freqüència de 2 cops per segon.

Materials i objectes necessaris / recomanats

- Un aparell de *Casagrande*
- Un acanalador normalitzat
- Espàtules de fulla flexible de diferents mides
- Un pesa – substàncies amb tapa
- Una balança de fins a 0,01 grams de precisió
- Un garbell de 400 µm [$1\mu\text{m} = 10^{-3}\text{mm}$]
- Una superfície llisa, tal com un vidre, per amassar el sòl
- Una estufa de dessecació de temperatura regulable fins a 115°C
- Un morter amb mall de goma
- Una cambra humida que mantingui una humitat relativa de $95\% \pm 5\%$ i una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$
- Calibradors, pinces per manipular recipients calents, recipient per rentar-hi i aigua destil·lada. També es pot usar aigua natural sempre que s'hagi comprovat, mitjançant assaigs comparatius amb aigua destil·lada, que no s'altera el resultat pel tipus de sòl que es tracti
- Solució d'hexametafostat sòdic al 4%

Preparació de la mostra

Via directe

Es prenen 200 grams de mostra representativa del sòl i es divideixen sobre la superfície de vidre en varies porcions. Si conté algunes partícules considerablement majors de 400 µm, tals com closques, calitxe, còdols... es retiren per mitjà d'unes pinces i es determina la massa per conèixer la proporció que representen pel què fa al total de la mostra presa.

S'afegeix aigua destil·lada i s'amassa convenientment, fins aconseguir una massa homogènia.

Finalitzat el procés es deixarà reposar la massa unes 24 hores a la cambra humida perquè s'homogeneïtzi la humitat.

Via humida

Recorrerem a aquesta via, quan tinguem un sòl de gra fi amb una considerable proporció d'altres materials de gra més groller.

Prendrem una proporció representativa del sòl, tal que es pugui obtenir una mostra de 300 grams de material inferior a 400 µm. Es col·loca en un recipient al que s'afegeix aigua destil·lada fins a cobrir-la i es remou amb una vareta fins aconseguir un líquid dens.

S'afegirà la proporció necessària d'hexametafosfat sòdic al 4% per tal de facilitar la disgregació de la solució i l'eliminació de l'aigua al decantar més ràpidament, al fons del recipient, les partícules de tamany més petit.

Abocarem la solució sobre el garbell de 400 µm, col·locat sobre el recipient adequat (una galleda) i es renta amb aigua destil·lada el material que quedi al garbell fins aconseguir que passin totes les partícules de tamany inferior.

Deixarem sedimentar la suspensió obtinguda (Figura 3.8) i eliminarem l'aigua neta que hi hagi per sobre del material dipositat. S'eixuga a l'aire o a l'estufa (temperatura inferior a 60°C). Considerarem el procés finalitzat quan la consistència d'aquesta pasta sigui l'adequada per iniciar l'amassat amb les espàtules sobre el vidre.



Figura 3.8 Fase de sedimentació del mètode de preparació de la mostra per via humida

Procediment operatori

Separem la cullera de la resta de l'aparell. Subjectada fortament amb el palmell de la mà i per mitjà d'una espàtula, col·locarem al seu interior (a la zona on la cullera descansarà sobre la base), una porció de sòl prèviament amassat. Cal aixafar la mostra i estendre-la de manera que el material tingui l'altura d'uns 10 mil·límetres en el punt de màxima espessor i formi una superfície llisa. Cal evitar les bombolles d'aire al material, ja que ens faran repetir l'assaig en cas de detectar-ne alguna.

Encara amb la cullera a la mà, farem el solc amb l'acanalador de *Casagrande*, en el sentit de dalt a baix i mantenint-lo en tot moment perpendicular a la superfície de la cullera, descrivint un arc.

Després de fer el solc, es col·loca immediatament la cullera a l'aparell, comprovant que no hi hagi restes de material a la part inferior d'aquesta. Girarem la manovella a una velocitat aproximada de 2 voltes per segon. Es contaràn els cops realitzats, necessaris per tal que les parets del solc s'uneixin, pel fons del mateix, una distància de 13 mil·límetres.

Si el nombre de cops està comprès entre 15 i 35, ambdós inclosos, es prendrà una porció entre 10 i 15 grams del sòl (pròxim a les parets del solc on s'ha tancat) i es determinarà la seva humitat segons la Norma UNE 103 300. Si el nombre de cops no està comprès entre 15 i 35, la determinació no serà vàlida.

Repetirem l'assaig fins a obtenir dues mostres, l'una tancada entre 25 i 15 cops i l'altra entre 35 i 25.

En cas de tenir una mostra que sempre es tanca amb un nombre de cops inferior a 25, és que no es pot determinar el límit líquid i s'ha d'anotar aquest sòl com a no plàstic sense realitzar l'assaig corresponent.

Resultats

Cal portar les dos determinacions a un gràfic que tingui a les abscisses el nombre de cops i a les ordenades la humitat (ambdues en escala logarítmica).

Traçarem una recta paral·lela a la línia de punts del gràfic, que equidisti de les dues determinacions anteriors. La humitat del punt d'intersecció d'aquesta recta amb l'ordenada corresponent a 25 cops, expressada amb una xifra decimal i sense afegir les paraules "tant per cent", és el límit líquid.

Segons la norma, la línia de punts, de pendent -0'117, s'ha obtingut després de nombroses determinacions, de les que s'ha deduït que, per a un mateix sòl, els punts corresponents a diferents graus d'humitat formen aquesta recta en una doble escala logarítmica, el pendent de la qual és independent de l'origen geològic del sòl.

Finalment, si la recta traçada dista molt d'ambdós punts, s'haurà de fer una tercera determinació per a comprovar si hi ha algun error en les altres dues, o bé, si per tractar-se d'un tipus de sòl molt especial, no segueix la llei indicada. En aquest últim cas, es traçarà la recta que millor s'adapti als tres punts obtinguts.

Observacions

Per a un bon funcionament de l'assaig cal, amb certa freqüència, realitzar un calibratge dels aparells.

L'aparell de *Casagrande*, cal comprovar que el conjunt estigui net i en bon funcionament. Substituir la cullera si està deteriorada, així com qualsevol altre element (la lleva, el pivot del ganxo de suspensió de la cullera...).

De la mateixa manera cal inspeccionar regularment els acanaladors, a fi de verificar el seu desgast, ja que el seu ús perllongat en sòls arenosos, pot accelerar aquest procés. En cas d'un acanalador desgastat, cal substituir-lo per un de nou.

Finalment cal ajustar l'altura de la caiguda de la cullera ($10 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$). Aquesta comprovació es pot dur a terme gràcies a un patró que els acanaladors porten a la part posterior.

3.2.7.4 – UNE 103 104/93

Determinació del límit plàstic d'un sòl

UNE 103 104 de febrer de 1993

Objectiu

L'objectiu d'aquesta norma és l'especificació del mètode per a determinar el límit plàstic d'un sòl.

El límit plàstic d'un sol quedarà determinat com la humitat més baixa amb la que es pugi formar, amb un sòl, cilindres de 3 mil·límetres de diàmetre (aproximadament el tub porta – tinta d'un bolígraf *Bic®*) rodant aquest sòl entre els dits de la mà i una superfície llisa fins que els cilindres comencin a mostrar esquerdes.

Materials i objectes necessaris / recomanats

- Una espàtula de fulla flexible
- Un pesa – substàncies amb tapa
- Una balança de fins a 0,01 grams de precisió
- Una estufa de dessecació de temperatura regulable fins a 115°C
- Pinces per a manipular recipients calents
- Un garbell de 400 µm [$1\mu\text{m} = 10^{-3}\text{mm}$]
- Un recipient per rentar-hi i aigua destil·lada. També es pot usar aigua natural sempre que s'hagi comprovat, mitjançant assaigs comparatius amb aigua destil·lada, que no s'altera el resultat pel tipus de sòl que es tracti
- Una superfície llisa, tal com un vidre, per amassar el sòl i fer-lo rodar per sobre
- Una vareta de 3 mil·límetres de diàmetre per comparar amb el diàmetre dels cilindres realitzats

Preparació de la mostra per a l'assaig

Cal obtenir una porció de sòl d'aproximadament 20 grams que passi pel garbell de 400µm, seguint el procediment descrit a la norma UNE 103 103 (Determinació del límit líquid d'un sòl pel mètode de l'aparell de *Casagrande*). Aquesta porció, s'amassa amb aigua destil·lada fins a formar fàcilment una bola. Es prendran uns 15 grams d'aquesta bola com a mostra per a l'assaig.

Mètode operatiu

Es modela la meitat de la mostra (aprox. 7,5 grams) en forma d'el·lipsoide i a continuació es fa rodar entre els dits de la mà i la superfície llisa. El ritme d'aquesta operació ha de ser tal que la mà es mogui endavant i enrere entre 80 i 90 vegades per minut.

Si quan tenim un cilindre de 3 mm de diàmetre no s'ha esquerdat, es trencarà en 6 ó 8 trossets, amassant-los junts de nou, modelant un altre cop una nova el·lipsoide.

Es repetirà el procés anterior, tantes vegades com calgui fins que el cilindre presenti esquerdes. Si això passa quan tenim un cilindre de diàmetre major de 3 mm, es donarà per

finalitzat el procés, sempre i quan hagi estat possible prèviament, obtenir cilindres de 3 mm de diàmetre.

Es col·locaran les porcions de sòl obtingudes fins a una quantitat mínima de 5 grams, en un pesa – substàncies (prèviament tarat) amb tapa.

Es determinarà la humitat segons la Norma UNE 103 300.

Es repetirà el procediment anterior amb l'altre meitat de la mostra.

Obtenció i expressió dels resultats

El límit plàstic serà la mitja aritmètica de les humitats d'ambdues determinacions, expressada en tant per cent, amb una sola xifra decimal i sense afegir les paraules "per cent".

Si els resultats obtinguts en ambdues determinacions, difereixen en més de 2 punts percentuals, cal repetir l'assaig.

Les característiques que se solen donar com a representatives de la plasticitat d'un sòl, són el límit líquid i l'índex de plasticitat. Aquest últim, és la diferència entre el límit líquid i el límit plàstic.

$$I_p = L_L - L_p$$

3.2.7.5 – UNE 103 300/93

Determinació de la humitat d'un sòl mitjançant assecat en estufa

UNE 103 300 de febrer de 1993

Objectiu

L'objectiu d'aquesta norma és caracteritzar el mètode per determinar la humitat d'una mostra de sòl mitjançant l'assecat en estufa, definida a efectes d'aquesta norma com el quocient (expressat en percentatge) entre la massa d'aigua que perd el sòl en assecar-lo i la massa del sòl sec.

Materials i objectes necessaris / recomanats

- Una balança de fins a 0,01 grams de precisió
- Una estufa de dessecació de temperatura regulable fins a 115°C
- Recipients adequats, fets de materials resistent a la corrosió, que no es desintegren, ni que la seva massa canviï amb reiterats escalfaments i refredaments. Han de tenir tapes que tanquin bé per evitar les pèrdues d'humitat de les mostres abans de la determinació de la massa inicial i per evitar l'absorció d'humitat de l'atmosfera després de l'assecat i abans de la determinació de la massa final. Es pot usar recipients sense tapa si abans de la determinació de la massa es deixa refredar en un dessecador
- Pines per manipular els recipients calents

Mètode operatiu

En primer lloc seleccionarem una mostra representativa de sòl humit del qual s'hagi de determinar la seva humitat.

Determinarem la massa M_1 corresponent a un recipient net i sec.

Col·locarem la mostra al recipient i seguidament determinarem i anotarem la seva massa (M_2).

Posarem el recipient amb la mostra humida a l'estufa, mantenint una temperatura entre 105°C i 115°C (en el nostre cas serà de 110°C unes 18 hores, que solen ser suficients per assecat qualsevol tipus de sòl), fins a massa constant i deixant-la refredar fins a temperatura ambient. En els sòls amb certes característiques (com per exemple sòls amb continguts de guix) no s'ha d'emprar temperatures superiors a 60°C.

Un cop freda, cal prendre el recipient amb la mostra seca i anotar la seva massa (M_3).

La precisió d' M_1 , M_2 i M_3 serà la mateixa que l'exigida a les balances.

Obtenció i expressió dels resultats

El resultat de l'assaig s'expressa en tant per cent, amb una xifra decimal, i es determina mitjançant l'expressió:

$$W = \frac{M_2 - M_3}{M_3 - M_1} \cdot 100$$

3.2.7.6 – UNE 103 401/98

Determinació dels paràmetres resistents a l'esforç tallant d'una mostra de sòl a la caixa de tall directe

UNE 103 401 de juliol de 1998

Objectiu i camp d'aplicació

Aquest assaig s'empra per determinar els paràmetres resistents, cohesió, c i angle de fregament intern Φ , d'una mostra de sòl sotmesa a un esforç tallant. També es poden obtenir els paràmetres de resistència residual c_R i Φ_R .

És preferible que aquesta norma s'apliqui en mostres de sòls de partícules de petit tamany com sorres, llims i argiles.

Modalitats de l'assaig que contempla aquesta norma

Per determinar els paràmetres resistents (cohesió i angle de fregament intern) d'una mostra de sòl, s'utilitza un equip de tall directe o una proveta obtinguda de la mostra de sòl, de forma cilíndrica o prismàtica quadrangular que es troba restringida lateralment per les parets rígides d'una caixa. La mostra es talla per un pla horitzontal mentre està sotmesa a una pressió normal a aquest pla.

Es poden efectuar diferents tipus d'assaig:

- Assaig consolidat – drenat (CD)
- Assaig consolidat – no drenat (CU)
- Assaig no consolidat – no drenat (UU)
- Assaig amb varies passades després de la ruptura

Obtenció i expressió dels resultats

Els diferents procediments del tractament dels càlculs i resultats, aniran encaminats a esbrinar el valor de la cohesió i l'angle de fregament intern.

En primer lloc caldrà determinar els valors de diferents paràmetres de caire general (humitat inicial, densitat inicial, densitat seca inicial, índex de buits inicial i final, grau de saturació inicial).

A continuació es procedirà a calcular tensions i desplaçaments, per finalitzar amb les representacions gràfiques dels càlculs anteriors.

Observacions

Abans d'iniciar l'assaig, cal verificar l'estat dels components (nets i secs) i fer un muntatge previ. Periòdicament, també cal comprovar que les mides i distàncies de l'aparell siguin les indicades en el seu calibratge.

Finalment, esmentar que la realització d'aquest assaig dins d'aquest treball, no ha estat possible degut a la manca de mostres inalterades.

3.2.7.7 – UNE 103 405/94

Assaig de consolidació unidimensional d'un sòl en edòmetre

UNE 103 405 de juliol de 1994

Objectiu i camp d'aplicació

Aquest assaig s'emptra per determinar les característiques de consolidació dels sòls. Per a tal efecte, una proveta cilíndrica confinada lateralment, se sotmet a diferents pressions verticals (permetent el drenatge per les cares superior i inferior), i es mesuren els assentaments corresponents.

Aquest assaig és aplicable als sòls homogenis. S'usa principalment per determinar la fase de consolidació primària del sòl, tot i que en ocasions es pot obtenir la consolidació secundària.

Materials i objectes necessaris / recomanats

- Un equip edomètric compost per:
 - o Una cèl·lula edomètrica
 - o Un mesurador de deformacions verticals de la proveta
 - o Una bancada que permeti l'aplicació de les càrregues a la proveta
- Material auxiliar de laboratori, tal com:
 - o Una balança, amb una precisió de 0,01g
 - o Un disc metàl·lic, indeformable per les pressions màximes a aplicar a l'assaig, amb les cares planes i paral·leles d'un diàmetre 1 mm menor que el de l'anell porta – proveta i de la mateixa alçada que aquest
 - o Elements per a determinar la humitat segons la Norma UNE 103 300
 - o Calibrador de precisió 0,1 mm
 - o Cronòmetre, ganivets, espàtules i raspalls
 - o Extractor de mostres, semblant al descrit a la Norma UNE 103 400

“Un extractor de mostres motoritzat amb els corresponents capçals de pistó i mordaces de fixació, per a mostres de sòl que es rebin en tubs de paret prima. Ha de permetre l'extracció a velocitat constant per a mostres de diàmetres compresos entre 33 mm i 150 mm. La velocitat d'extracció serà fixada i controlada mitjançant un equip hidràulic o mecànic, i ha d'oscil·lar en funció del diàmetre de la mostra entre 120 i 1200 mm/min.”

Font: Norma UNE 103 400:93. Apartat 3. Aparells i Material Necessari

- o Elements necessaris per a la compactació de provetes

Preparació de la mostra per a l'assaig

La mostra per a l'assaig es pot preparar mitjançant diferents procediments, en funció de la mostra de sòl de què disposem.

Extrusió d'una mostra inalterada continguda en un tub porta-mostres

En cas que el diàmetre de la mostra sigui més gran que el de l'anell porta-mostra, caldrà utilitzar un anell que tingui la vora tallant.

Subjectarem el tub porta-mostra a l'equip d'extracció i el posarem en el mateix eix que l'anell. S'extraurà la mostra de manera que vagi penetrant a l'anell fins que sobresurti.

Es tallarà la mostra per a l'altre extrem, deixant un espessor lleugerament superior que el de l'anell. En cas d'assajar un sòl amb partícules grolleres o altres elements que puguin alterar l'extrusió, cal usar un anell d'igual diàmetre interior que el de la mostra.

Per tallat, partint d'una mostra inalterada en bloc

S'emprarà l'anell de vora tallant. A continuació, mantenint la mostra amb la mateixa posició que tenia en el terreny, es prepararà una superfície horitzontal de tamany major que el diàmetre interior de l'anell, en la que tallarem una porció de mostra cilíndrica de diàmetre semblant al diàmetre exterior de la mostra i d'altura superior. Finalment, introduïrem l'anell a la mostra fins que sobresurti per la par oposada a la vora tallant.

Per remodelat, quan així s'especifiqui

Es prepararà la mostra, realitzant la compactació amb les condicions desitjades, en un motlle adequat. A continuació s'aplicarà un dels procediments descrits anteriorment.

En tots els procediments, s'enrasaran les dues cares de la proveta de forma que quedin planes i al mateix nivell que les vores de l'anell. Una vegada preparada la proveta dins de l'anell, es determinarà immediatament la seva massa i es col·locarà el conjunt dins d'un recipient estanc, fins el moment de muntar l'assaig.

Mètode operatiu

Muntatge de la cèl·lula

Es col·loca la placa porosa inferior sobre la base de la cèl·lula, seguidament l'anell amb la proveta, la placa porosa superior i el pistó de carrega. A continuació es col·loca el cos lateral de tancament (Figura 3.9).

Muntatge de la bancada i preparació de l'assaig

Posarem la cèl·lula edomètrica sobre la bancada, ajustant seguidament el contrapès de manera que entrin en contacte tots els elements de transmissió de càrrega. Tot seguit s'aplicarà una lleugera pressió d'ajust, no superior a 3 kPa. Col·locarem el mesurador de deformacions a la seva posició i anotarem la lectura inicial que correspondrà al zero de deformacions.

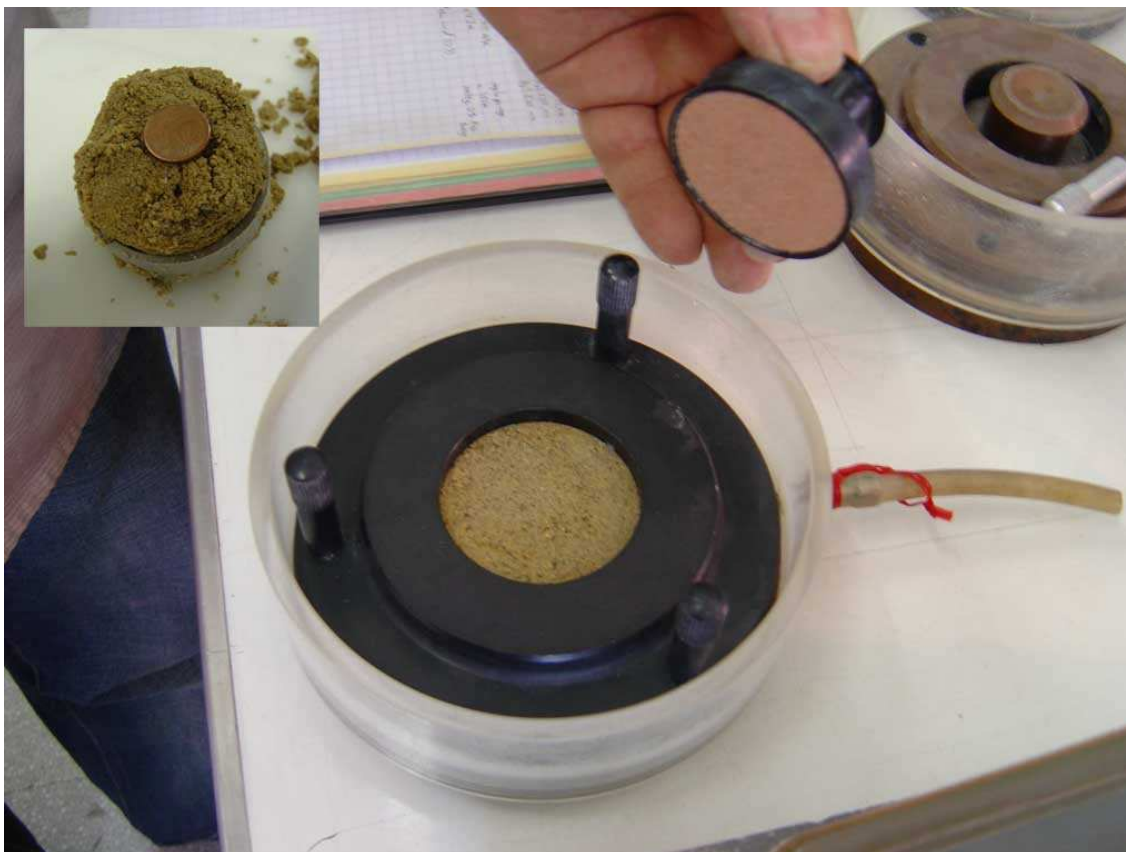


Figura 3.9 Moment del procés de preparació de la cèl·lula edomètrica

Realització de l'assaig

Procés de càrrega

S'aplicarà a la proveta diferents pressions seleccionades de la seqüència d'esglaons següents:

0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,5	3,0	6,0	10,0	15,0	kp /cm ²
5	10	20	40	80	150	300	600	1000	1500	kPa*

* 1kp/cm² = 98,0665 kPa

S'han d'aplicar almenys sis esglaons consecutius, de forma que cada pressió sigui aproximadament el doble de l'anterior, mantenint cada esglaó durant 24 hores, amb la finalitat d'obtenir una bona definició de la corba de relació entre els índex de porus i les pressions.

La pressió final ha de ser superior a la pressió vertical màxima que es pot produir al terreny.

El procés per determinar la consolidació serà:

Prendrem com a lectura inicial del primer esglaó, la corresponent al zero de deformacions. Al mateix temps, retirarem la càrrega de pressió d'ajust i afegirem les peses corresponents al primer esglaó seleccionat.

Omplirem d'aigua la cèl·lula de manera que quedi coberta la placa porosa superior.

En cas d'observar un inflament, s'afegiran peses fins que el mesurador de deformacions es mantingui a $\pm 0,01$ mm de la lectura inicial corregida. Una vegada assolida la situació d'equilibri, calcularem la pressió exercida sobre la proveta (dividint la càrrega aplicada per la secció de la proveta). Aquest valor serà la "pressió d'inflament".

Es continuarà l'assaig aplicant l'esglaó immediatament superior a la pressió d'inflament determinada. S'anotarà la lectura registrada pel mesurador de deformacions al cap de 24 hores, que serà la lectura final d'esglaó. Si es vol obtenir la corba de consolidació, que relaciona les deformacions produïdes amb el temps en un determinat esglaó, és necessari adoptar durant aquest, la següent seqüència o una altra de semblant:

10, 15, 30, 45 segons

1, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 45 minuts

1, 2, 3, 5, 7, 24 hores

I fins i tot 2, 3, 5, 7, 10 dies.

Els períodes de temps es mesuraran des de l'instant d'aplicació de cada esglaó. Es representaran les lectures del mesurador de deformacions en funció del logaritme del temps.

S'aniran afegint les peses necessàries per a l'aplicació del següent esglaó, prenent com a lectura inicial del mesurador, la final de l'esglaó anterior.

Es repetirà el procediment descrit anteriorment, en aquest i en els successius esglaons, fins assolir el valor màxim seleccionat.

Procés de descàrrega

Aquest s'iniciarà una vegada finalitzat el procés de càrrega, partint del valor de la pressió de consolidació corresponent a l'últim esglaó.

S'anirà disminuint la pressió, mitjançant la retirada de peses, seleccionant com a mínim dos esglaons escollits convenientment d'entre els de la seqüència especificada al procés de càrrega. De la mateixa manera que a l'etapa de càrrega, es mantindrà 24h cada esglaó.

En el cas que, per tractar-se d'un sòl expansiu, s'hagi determinat la pressió d'inflament, el procés de descàrrega ha de finalitzar a aquest valor.

Es prendrà com a lectura inicial de deformació, la final de l'últim esglaó. Es retiraran les peses necessàries perquè la pressió que quedi aplicada sigui la corresponent al primer esglaó seleccionat. S'anotarà la lectura del mesurador de deformacions al cap de 24 h. Es prendrà aquest valor com el final de l'esglaó i com inicial del següent. Es procedirà de forma anàloga amb els altres esglaons.

Una vegada finalitzat aquest procés, s'acabaran de retirar totes les peses i la cèl·lula de la bancada (buidant-ne l'aigua). Es procedirà a desmuntar la cèl·lula retirant l'anell amb la proveta en el seu interior. S'eliminaran les gotes d'aigua de l'anell. Es determinarà immediatament la massa del conjunt (anell i proveta), amb una precisió de 0,01g, incloent qualsevol petita porció que hagi pogut quedar adherida a les superfícies de les plaques poroses. S'eixugarà la proveta a l'estufa i es determinarà la seva massa, m_d , en grams.

Obtenció i expressió dels resultats

Es determinaran les humitats inicial i final de la proveta, segons el procediment operatori descrit a la Norma UNE 103 300.

Calcularem la densitat seca inicial mitjançant:

$$p_d = \frac{m_d}{AH_0} \text{ [g/cm}^3\text{] on,}$$

m_d és la massa seca de la proveta en grams;

A és la secció de l'anell porta-proveta en cm^2 ;

H_0 és l'altura de l'anell porta-proveta en cm.

Calcularem el grau de saturació inicial mitjançant:

$$s_r = \frac{w_0 G}{e_0} \text{ [en \%] on,}$$

w_0 és la humitat inicial de la proveta en %;

G és la densitat relativa de les partícules sòlides, referida al pes específic de l'aigua, a la mateixa temperatura i determinada segons la Norma UNE 103 302;

e_0 és l'índex de porus inicial, que es determina per l'expressió.

$$e_0 = \frac{G}{p_d} - 1$$

Les característiques de compressibilitat de la proveta assajada es representen mitjançant un gràfic que relaciona els índex de porus a les ordenades (en escala lineal) amb les pressions aplicades a les abscisses (en escala logarítmica). Aquesta gràfica s'anomena *corba edomètrica*.

Adicionalment, per aquells esglaons on s'han obtingut valors de la deformació en funció del temps, es representen les corbes de consolidació, relacionant les variacions de l'altura de la proveta, per mitjà de la lectura del mesurador de deformacions a les ordenades (en escala lineal), amb els temps a les abscisses (escala logarítmica).

Per obtenir l'índex de porositat corresponent a cada esglaó de càrrega, s'operarà de la següent forma: es determinarà l'altura del sòlid H_s , mitjançant l'expressió:

$$H_s = \frac{H_0}{1 + e_0}$$

Es calcularà l'altura de la proveta al final de cada esglaó mitjançant

$$H = H_0 - (\Delta H - c) \text{ on,}$$

ΔH és la reducció de l'altura de la proveta, és a dir, la deformació mesurada des de l'inici de l'assaig fins al final de l'esglaó considerat, expressada en cm;

C és el valor de la correcció, determinada durant el calibratge, corresponent a l'esglaó en qüestió, expressada en cm.

Es calcularà l'índex de porositat corresponent al final de cada esglaó, per mitjà de:

$$e = \frac{H - H_s}{H_s}$$

Una vegada determinats els paràmetres anteriors, es podran treure paràmetres més generals característics de la corba edomètrica. Aquests paràmetres són tals com el coeficient de compressió (Taula 3.4): C_c , característic del procés de càrrega, el coeficient d'inflament: C_s , particular de la descàrrega, i l'índex de compressibilitat volumètric: mv , determinat a partir de cada esglaó.

<i>Grau de Compressibilitat</i>	<i>C_c</i>	<i>Tipus més de sòl més habitual</i>
Mol alt	> 0.3	Argiles toves
Alt	0.3 – 0.15	Argiles
Mig	0.15 – 0.075	Argiles Llimoses
Baix	< 0.075	Argiles sorrenques

Taula 3.4 Classificació dels sòls segons el coeficient de compressió, (Bell, 1992)

Observacions

Per a un bon funcionament de l'assaig cal, amb certa freqüència, realitzar un calibratge dels aparells. D'una banda cal determinar la massa i dimensions de l'anell, així com la mesura de les deformacions de l'equip.

La relació numèrica entre el pes aplicat i els kPa de pressió que es transmeten a la mostra, s'ha determinat de la següent manera:

La secció de l'anell és d'uns 20 cm², que equival a 20·10⁻⁴ m².

Aleshores, obtenint la relació corresponent entre els kg i la pressió, i tenint en compte que la pressió sobre la cèl·lula edomètrica pateix un efecte palanca que multiplica la força dels quilos aplicats x10 (Figura 3.6), s'obtenen les següents relacions (Taula 3.5):

kg	kPa
0'5	25
1	50
1'5	75
2	100
2'5	125
5	250
10	500
20	1000
40	2000

Taula 3.5 Relació Pes-Pressió

3.3 – Treball de gabinet

Finalment s'ha procedit a la redacció de la memòria. En primera instància s'ha realitzat la recerca bibliogràfica corresponent per a realitzar una bona situació del context geològic, així com una bona descripció de com es porta a terme la caracterització geotècnica d'un sòl i d'una roca.

Finalment, després d'obtenir totes les dades de camp, així com les de laboratori, s'ha procedit a la representació gràfica dels resultats, així com a la redacció d'una discussió i de les conclusions finals del treball

4. El context geològic del Pla de Barcelona

4.1 Introducció

Eó	Era	Període	Època	Edat	Edat continental	Edat inici (Ma)				
FANEROZOIC	CENOZOIC	QUATERNARI	HOLOCÈ	(…)	(…)	5'33				
			PLISTOCÈ							
		NEÒGEN	PLIOCÈ				(…)	11'60		
			MIOCÈ	Messinià					(…)	15'97
				Tortonia						
				Serraval·lià						
				Languia						
				Burdigalià						
				Aquitania						
			PALEÒGEN	OLIGOCÈ	(…)	(…)	145'5			
		EOCÈ								
		PALEOCÈ								
		MESOZOIC	CRETACI	SUPERIOR	(…)	(…)	203'6			
	INFERIOR									
	JURÀSSIC		SUPERIOR <i>Malm</i>	Retià				Fàcies <i>Keuper</i>		
			MITJÀ <i>Dogger</i>							
			INFERIOR <i>Lias</i>						Ladinià	Fàcies <i>Muschelkalk</i>
									Anisià	
	TRIÀSIC		SUPERIOR	Olenëkià	Fàcies <i>Buntsandstein</i>					
				Indià						
			INFERIOR			241				
	PALEOZOIC		PERMIÀ	(…)	(…)	416				
			CARBONÍFER				443'7 488'3			
		DEVONIÀ								
		SILURIÀ								
		ORDOVICIÀ								
		CAMBRIÀ	542							

Taula 4.1 Simplificació representativa de la taula dels temps geològics, (Palmer i Geissman, 1999)

Per tal de donar una idea de l'edat geològica relativa del sòl i del subsòl del Pla de Barcelona i de les diferents formacions que s'aniran mencionant al llarg d'aquest apartat, aquests es poden situar a la Taula 4.1.

Per a la interpretació de l'edat dels materials objecte d'aquest estudi, s'ha recorregut a la tesi de Gàmez (2007), la qual realitza una compilació de les dades existents i fa noves datacions mitjançant microforaminífers, el mètode del Carboni 14 i fins i tot la datació per enzims d'aminoàcids.

4.2 Geologia de superfície

4.2.1 – Marc Geogràfic

La zona d'estudi es troba a la Península Ibèrica, a la comunitat autònoma de Catalunya, concretament a la comarca del Barcelonès, província de Barcelona (Figura 4.1).

La zona d'estudi s'emplaça entre la nova desembocadura del Llobregat i la plana litoral situada al nord-est del Besòs, tenint com a límits el mar i la serralada litoral. A excepció del què fa referència als relleus muntanyosos i els deltes dels rius, aquesta superfície coincideix amb el què es denomina Pla de Barcelona.

Aquest pla és una plataforma suaument inclinada cap al mar, que enllaça progressivament cap al nord-est amb la vessant marítima de la Serra de Collserola, on es troba el Tibidabo (512 m) com el seu punt més alt. El pla té una superfície aproximada de 65 km²; el seu màxim pendent es troba al peu de Collserola, disminuint gradualment en direcció al mar.

La continuïtat de la plataforma entre el Llobregat i el Besòs, es veu alterada en dues grans zones. Per una banda hi ha els relleus dels Serrats de la Rovira, que engloben una sèrie de turons situats entre Horta i Sarrià (turó de la Peira, turó de la Rovira, el Carmel, la Creueta, el Putxet i Monterols). Per altra banda, al costat marí i al sud de la ciutat de Barcelona, s'alça la muntanya de Montjuïc (189 m), acompanyat per una sèrie d'elevacions menors, algunes d'elles gairebé desaparegudes per la progressió urbanística de la ciutat.

Les planícies deltaïques del Llobregat i del Besòs, així com la franja litoral que es desenvolupa entre ambdós deltes, són sectors de morfologia molt suau i situats generalment per sota dels 10 – 15 metres sobre el nivell del mar. El delta del Besòs, té una superfície aproximada de 15 km², i el del Llobregat és bastant més gran, aproximadament 92 km².

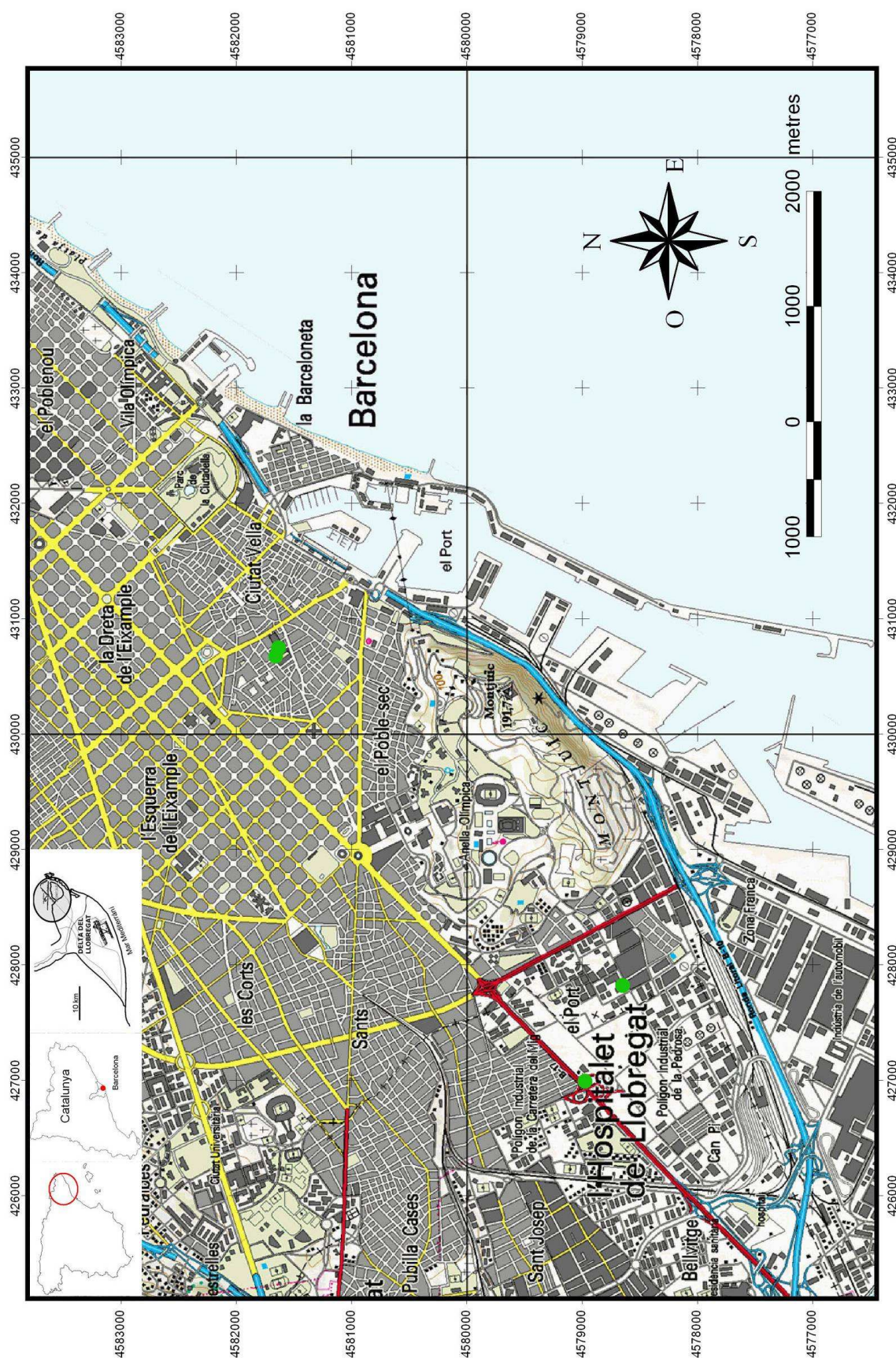


Figura 4.1 Situació geogràfica. Els sondeigs estan marcats mitjançant punts verds

Dividint el Pla de Barcelona entre les zones de peudemont i les zones deltaïques i litorals, hi ha un talús bastant inclinat, que es pot distingir al llarg de molts punts, encara que el gran nivell de desenvolupament urbà ha propiciat la seva desaparició al centre de la ciutat. Aquest talús, que podria ser d'origen tectònic, associat a les fosses del Baix Llobregat i del Besòs, encara és perfectament visible a punts com Cornellà i l'Hospitalet; on té una alçada d'uns 25 metres i pel seu peu transcorre la línia de Renfe. Aquest tal·lus queda desdibuixat per la trama urbana a partir del barri de la Bordeta, però encara pot ser visible a llocs molt centrals com en el sector alt de La Rambla o en el desnivell que pateix la Via Laietana.

Aquest talús, voreja per l'oest la Plaça de les Glòries Catalanes, i des d'aquest punt es dirigeix al nord, a través del barri de Sant Andreu, on torna a agafar una altura considerable (15 m).

4.2.2 – Context Geològic

Barcelona se situa geològicament en una depressió formada degut a l'extensió neògena del marge occidental del mar Catalano – Balear. Aquest procés tectònic comportà la formació d'una sèrie de falles normals, aproximadament paral·leles a la costa que delimiten un conjunt de blocs enfonsats (fosses tectòniques o *grabens*), entre altres comparativament elevats (*horsts*), (Fontboté, 1954; Fontboté *et al.*, 1990).

Així doncs, la Serra de Collserola és un *horst* situat entre la fossa del Vallès i la fossa del Pla de Barcelona (Roca i Guimerà, 1992; Roca, 1996). El bloc dels Serrats de la Rovira és un sub-bloc enfonsat respecte de Collserola.

En el límit actual de l'àrea emergida, s'eleva un altre bloc, el de Montjuïc, que en el Morrot queda tallat per una altra falla normal, que dona lloc al penya-segat del port. Sota el mar, paral·lelament a la costa, una altra falla normal dona lloc a una important fosa submarina, la fossa de Barcelona, la qual ha patit un enfonsament d'uns sis quilòmetres.

En aquest context, es compren que els materials del substrat paleozoic i mesozoic de la Serralada Litoral s'enfonsin progressivament cap al mar, quedant recoberts, sota el mar Mediterrània, per una important capa de sediments cenozoics (Salas i Casas, 1993).

Així doncs, pel què fa referència a aquestes unitats litològiques, de manera molt esquemàtica i centrant-nos en la zona que ens ocupa, els materials més antics són els que afloren a Collserola, on hi ha roques metasedimentàries paleozoiques: principalment pissarres i altres roques com arenisques, lilites, conglomerats, etc. (Vaquer, 1973), més o menys afectades pel metamorfisme de contacte associat als granitoides que afloren al peu de la muntanya. Així mateix, al nord – est del Besòs afloren roques granítiques, que també constitueixen el substrat no aflorant de gran part dels barris d'Horta i Sarrià.

Els turons de la Rovira també estan formats per roques paleozoiques i amb litologies que abracen des de pissarres a arenisques, dolomies, calcàries i els seus equivalents metamòrfics. Aquests turons estan separats de Collserola per una fractura, donant lloc al denominat corredor d'Horta – Sarrià.

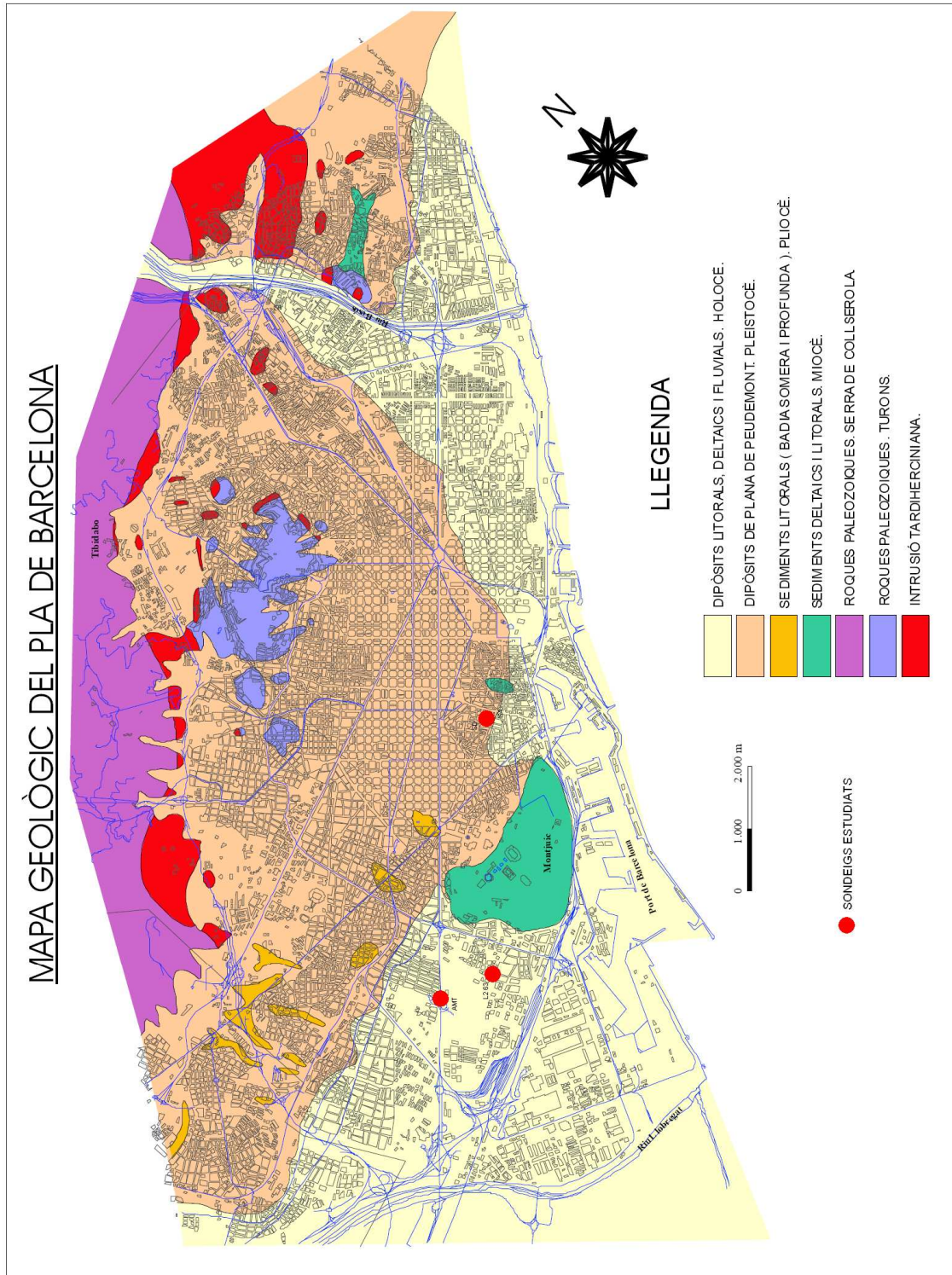


Figura 4.2 Mapa geològic del Pla de Barcelona, (Ventayol et al. 2002)

En direcció a la costa, a causa de l'enfonsament del substrat, les roques paleozoiques queden recobertes per sediments terciaris, representats per les margues i arenisques marines del bloc de Montjuïc (Parcerisa, 1999; Gómez-Gras *et al.*, 2001), i per les margues i arenas marines d'edat pliocena.

En el pla de *peudemont* de Barcelona, gran part dels sediments mencionats, queden discordantment recoberts per dipòsits d'origen col·luvial i edat pleistocena (Quaternari antic). Són principalment argiles, llims i crostes calcàries, que en ocasions formen una seqüència de tres nivells que es repeteix tres vegades, de forma que a aquesta unitat sedimentària se la coneix amb el nom de *Tricycle* (Simó *et al.*, 2005, Gàmez, 2007).

Els deltes del Besòs i del Llobregat són d'edat geològica molt jove, ja que s'han format durant l'Holocè. Entre els sediments deltaics es troben llims i argiles de les planures d'inundació, argiles dipositades en les desembocadures dels deltes, arenas i graves fluvials, argiles i llims sedimentats al front deltaic, i també arenas litorals de platja (Gàmez, 2007).

Així doncs, el subsòl de Barcelona està constituït per un substrat pre-quaternari, que compren els massissos de Collserola i els Serrats de la Rovira, els sediments miocens de Montjuïc i de Badalona, i les margues i sorres pliocenes, recobert per formacions d'edat quaternària, integrades per la planícia de *peudemont* del Pla de Barcelona i els deltes dels rius Besòs i Llobregat (Figura 4.2) (Ventayol, 1993; Ventayol *et al.*, 2002).

4.2.2.1 – Paleozoic sedimentari i metamòrfic

Els materials paleozoics d'aquesta àrea es troben afectats per un metamorfisme regional de grau baix (fàcies dels esquistos verd), amb el desenvolupament de plans de foliació (Vaquer, 1973). Aquesta foliació, sovint emmascara l'estratificació, a excepció dels nivells de calcàries i quarsites. Les pissarres són travessades per abundants filons de quars.

L'estructura tectònica és bastant complexa, ja que durant l'orogènia herciniana, els sediments es van plegar, amb un desenvolupament polifàsic de la deformació.

A Collserola (Figura 4.2), la major part d'afloraments corresponen als nivells pissarroso de l'Ordovicià i també, en part, del Silurià. Als extrems del massís es troben les calcàries del Devonià, al nucli de sinclinals complexos (Sta. Creu d'Olorda i el turó de Montcada). Cap al final de la orogènia herciniana, es produeix la intrusió de la *Granodiorita*, que aflora a les zones de Sarrià i Horta, al peu de Collserola (Enrique, 1990). Aquesta intrusió, va provocar l'aparició d'un metamorfisme de contacte en els sediments paleozoics (Gil Ibarguchi i Julivert, 1988), que es caracteritza per una intensa recristal·lització de les roques situades a les proximitats del contacte, que adquireixen aspectes massius (cornianes), i per l'aparició de pissarres "motades" al allunyar-nos de la intrusió (degut al creixement de cristalls

de cordierita). Quan el metamorfisme afecta materials calcaris, aquests es transformen en esquistos calcosilicatats.

A la zona dels turons o Serrats de la Rovira (Figura 4.2), la complexitat tectònica és també molt important. Són freqüents els encavalcaments, que aprofiten com a nivell de lliscament les pissarres negres silurianes. La part alta dels turons està sovint formada per un relleu invertit, desenvolupant sinclinals fallats, en els que afloren les calcàries devonianes, més dures que la resta de materials (per exemple, el Carmel). També afloren conglomerats del Carbonífer. En general són materials molt fracturats.

Des del punt de vista geotècnic, el massís rocós de pissarres, fil·lites i esquistos és clarament anisòtrop, a causa de la foliació penetrant que l'afecta, mentre que en les sèries calcàries, la anisotropia ve imposada per l'estratificació.

A més a més de la foliació, les pissarres de Collserola, estan afectades per nombroses diàclasis. En canvi, a la zona dels turons ni la foliació ni els plans de diàclasis són tant homogenis, i la dispersió d'aquests paràmetres és molt més gran (Ventayol *et al.*, 2002).

Per altra banda, especialment a les pissarres, es dona un procés d'alteració superficial, que condueix a la gènesi de minerals argilosos, i en definitiva a una pèrdua de resistència del massís. Exposades a la meteorització, les pissarres (o llicorelles, com són conegudes localment) es degraden ràpidament.

El flux d'aigua per l'interior del massís rocós és petit, però no per això inexistent. A les pissarres poden produir-se fluxos per les fractures o altres discontinuïtats que afecten la roca. Les calcàries poden estar carstificades, com s'observa en el turó del Carmel, i per tant, poden donar lloc a fluxos d'aigua més importants.

4.2.2.2 – Paleozoic igni

Al peu de la vessant marítima de Collserola afloren roques plutòniques, que formen part de l'extens batòlit del Maresme (Enrique, 1990). Aquesta intrusió tardiherciniana (Figura 4.2), talla les estructures hercinianes, i al mateix temps és la responsable del metamorfisme de contacte que afecta els materials paleozoics encaixants. Petrològicament es tracta de *granodiorita*.

Aquesta *granodiorita*, forma part del subsòl d'Horta, Sarrià i els relleus del nord de Santa Coloma, si bé sovint està recoberta per sediments quaternaris.

En una fase tardana de la intrusió es van emplaçar dics de roques granítiques àcides. Aquests dics travessen també les sèries sedimentàries paleozoiques, a les zones pròximes a la intrusió, i la seva amplada pot arribar a ser decamètrica.

Des del punt de vista geotècnic, la granodiorita es presenta alterada superficialment per efecte de la meteorització.

El massís rocós es transforma en sauló, que és un material granular groller, amb una matriu llimosa o argilosa, de baixa cohesió, producte de l'alteració *in situ* de la granodiorita. En zones concretes, la potència de les capes de sauló pot assolir dimensions decamètriques (Ventayol *et al.*, 2002).

El granit sa és gairebé impermeable, però les formacions de sauló poden ser favorables a l'establiment d'aqüífers importants.

Així doncs, la caracterització geotècnica del massís rocós és molt variable, segons el grau de meteorització, ja que pot passar de roques dures, a terrenys de qualitat molt més baixa, assimilables a un sòl granular dens.

4.2.2.3 – Sediments deltaics i litorals del Miocè

Els blocs de Montjuïc i de Llefià (a l'oest de Badalona) d'edat miocena, són *horsts* limitats per falles normals.

Sedimentològicament, els materials de Montjuïc corresponen a dipòsits terrígens i transicionals de tipus deltaic (Villalta i Rossel, 1965; Parcerisa, 1999; Gómez-Gras *et al.*, 2001). Es tracta d'una alternança de gresos intensament silicificats i nivells de lutites arenoses i margues grises, amb alguns nivells de conglomerats. A Santa Coloma i Badalona, els sediments miocens corresponen a conglomerats i arenisques vermelles, amb matriu lutítica (Vicente, 1999).

Els nivells de gresos silicificats de Montjuïc poden arribar a ser decamètreics, i han estat explotats, des d'èpoques preromanes, com a matèria prima de construcció (molts edificis antics de la ciutat foren construïts amb aquesta pedra).

La disposició dels estrats de Montjuïc és subhoritzontal amb petites flexions, i la seva continuïtat es troba interrompuda per la falla del Morrot.

Probablement, els sediments miocens formen també el nucli anterior del monticle del Mont Tàber sota la part antiga de la ciutat de Barcelona.

Des del punt de vista geotècnic, els gresos i conglomerats de Montjuïc són una roca dura, molt poc meteoritzada. Els seus paràmetres geomecànics són els propis d'una roca de bones característiques; aquests valors variaran en les zones on el massís presenti més fracturació i/o falles.

Els nivells d'argiles i margues tenen una resistència clarament inferior (Ventayol *et al.*, 2002). Els casos freqüents d'inestabilitat de masses de terra, sovint van associats a condicions hídriques desfavorables, en el sentit en que els nivells de gresos intercalats amb les margues poden contenir aigua freàtica aïllada per les margues impermeables. Moltes de les fonts de Montjuïc responen a aquest esquema hidrològic.

A la zona de la falla del Morrot són també freqüents les esllavissades i els desprendiments.

Anteriorment, ja s'ha mencionat que la pedra de Montjuïc, el gres, ha estat utilitzat com a element de construcció en gran part de la ciutat. Com a fet curiós, cal destacar que les argiles arenoses de Montjuïc, conegudes també, amb el nom de "*terra d'escudella*", han estat emprades per a tasques domèstiques de la neteja.

4.2.2.4 – Sediments Pliocens

Els sediments pliocens es van dipositar en contacte discordant i mecànic sobre els sediments d'edat miocena i constitueixen el substrat de gran part de la ciutat de Barcelona. El contacte entre el Miocè i el Pliocè correspon a una superfície d'erosió formada a conseqüència de la regressió messiniana (representa el moment quan el mar Mediterrani gairebé s'asseca per complet, farà cosa de cinc milions d'anys), o bé, a un conjunt de falles que han enfonsat el Miocè deixant només alguns blocs com Montjuïc.

La part inferior del Pliocè està constituïda per nivells conglomerats fluvials, poc presents a Barcelona, sobre els que es va iniciar una transgressió marina, amb sedimentació d'argiles i margues gris – blavoses. Aquests sediments són propis d'una badia que s'introduïa al Pla de Barcelona i també per la vall del riu Llobregat (Marquès, 1984).

Per sobre de les argiles gris – blavoses, hi ha sediments d'influència més terrígena: margues arenoses de color verdós i sorres groguenques de platja, corresponents als episodis de reompliment de la badia.

Els nivells pliocens afloren en nombrosos punts, especialment a l'Hospitalet de Llobregat i a Esplugues de Llobregat. Al centre de la ciutat de Barcelona es poden trobar afloraments a la zona de plaça Espanya (Figura 4.2). Aquests nivells formen el substrat prequaternari a partir d'una línia imaginària aproximada que seguiria la Diagonal, la Travessera de Gràcia i la Meridiana.

L'estructura dels sediments pliocens és subhoritzontal. No obstant, en alguns punts concrets (per exemple al fons d'alguns torrents d'Esplugues de Llobregat, ara parcialment sepultats pels terraplens de la Ronda de Dalt) es poden observar petites flexions i algunes

fractures normals que poden arribar a afectar els sediments quaternaris que recobreixen el Pliocè.

Aquest fet ens indica una activitat neotectònica moderada, associada a les últimes fases de la distensió neògena del mar Catalanobalear. També és significatiu, en aquest aspecte, que les fàcies d'argiles blavoses se situen a una altura de més de cent metres d'alçada al Papiol i Molins de Rei, mentre que a prop del litoral es perforen a menys de 100 metres.

Pel què fa a les característiques geotècniques dels materials Pliocens, les argiles blavoses i les margues arenoses verdoses dels nivells sorrencs superiors han de ser tractats com materials granulars densos, sense cohesió. Aquestes sorres, quan es troben recobertes per sediments quaternaris del Pla de Barcelona, són sovint seu d'un aquífer important.

La superfície de contacte entre el Pliocè i el Quaternari, és un paleorelleu, per la qual cosa la profunditat a la que es troba el substrat pot variar considerablement en distàncies curtes. El temple de la Sagrada Família, per exemple, està cimentat a través de pous i pilots, en sorres pliocenes.

4.2.2.5 – Dipòsits Quaternaris de *Peudemont* (Plistocè)

Aquests sediments formen la part superior del Pla de Barcelona, aflorant entre la serra de Collserola, els deltes dels rius Llobregat i Besòs, i la franja litoral. No obstant, el contacte litològic amb els dipòsits de les zones deltaïques no coincideix exactament amb el talús morfològic mencionat anteriorment, ja que s'estenen per sota d'una part de la planícia deltaica actual (Casassas i Riba, 1992).

Les argiles vermelles del *peudemont* encara són detectades molt superficialment en sondeigs perforats en punts propers al tal-lus, però que morfològicament pertanyen ja als deltes. Progressivament, a les argiles vermelles, es sobreposen llims i sorres deltaïques, cada vegada en major potència, fins que els materials passen a ser pròpiament deltaics.

Els sediments pleistocens reposen discordantment sobre un substrat que pot estar format pel massís paleozoic pissarrós o granodiorític, o pels sediments neògens del miocè i del pliocè.

La granodiorita alterada a sauló, configura la base de la zona d'Horta i de Sarrià. En gran part de la zona central, propera als Serrats de la Rovira, el sòl està constituït per les roques metasedimentàries paleozoïques, mentre que a partir de la línia imaginària aproximada Diagonal – Travessera – Meridiana (Figura 4.2), cap al mar, el substrat està sempre format pels sediments pliocens. En general no hi ha sediments pliocens per sobre de la cota 70 ó 80 metres sobre el nivell del mar. La superfície del substrat forma un clar paleorelleu.

El paleorelleu que conforma el substrat és també evident a gran escala. A la zona recoberta pel *peudemont*, s'aprecien clarament tres paleoconques, que probablement han condicionat la sedimentació des del Plistocè fins a l'actualitat. Aquestes paleoconques són, de més occidental a més oriental, la cubeta de Sarrià, la depressió entre Montjuïc i el Mont Tàber, i la zona d'Horta.

La potència dels sediments pleistocens és bastant variable; a la majoria de situacions és inferior a 25 metres, i només supera els 35 metres en punts molt concrets com per exemple a l'est de Sarrià.

La base del Quaternari antic, sovint està formada per un nivell de graves i arenes de pissarra, subanguloses, englobades en una matriu argilosa vermella. Les graves són monogèniques, gairebé constituïdes exclusivament per fragments de roques pissarrores, encara que també s'hi troba quars.

Generalment no hi ha graves de *granodiorita*, fet que prova que l'alteració a sauló és anterior a la deposició de la formació quaternària. La potència d'aquests materials detrítics grollers, així com la granulometria de les graves, la seva heterometria i angularitat, augmenten a l'apropar-se al peu de la muntanya, fet que indica la seva procedència.

En aquest sectors, les graves estan presents a tots nivells, mentre que en direcció al mar es troben confinades a nivells més profunds, o bé a l'interior d'altres capes. Quan les graves no emmascaren la seva composició, pot observar-se que la formació pleistocena està formada per la repetició cíclica de la següent sèrie ideal (de mur a sostre):

- Argila vermella compacta, a vegades conté grava dispersa o nòduls calcaris
- Llims groguencs; poden tenir nòduls calcaris, i còdols de pissarra
- Calcaria rosada, localment coneguda com “*tortorà*”

Aquesta sèrie es repeteix generalment tres vegades, d'aquí que sigui conegut popularment amb el nom de “Tricicle”.

A l'hora de la veritat, poden aparèixer les particularitats següents:

- Presència de graves o pissarres
- Absència d'algun nivell descrit

Així, a grans trets, es poden distingir quatre subunitats:

- La sèrie cíclica, estesa pel sector central i a sota la ciutat
- La formació detrítica, estesa al peu dels relleus muntanyosos, així com als nivells basals quaternaris
- Irregularitat dels sectors carbonatats i de la seva potència

- Una zona (entre Esplugues, Cornellà i l'Hospitalet), on les argiles vermelles són poc abundants, en benefici dels llims

El pas entre totes aquestes subunitats, s'efectua de forma gradual, mitjançant canvis laterals de fàcies.

Sedimentològicament, els sediments pleistocens tenen el seu origen en els cons de dejecció coalescents, procedents dels relleus muntanyosos contigus al Pla, inclòs Montjuïc. Aquests cons, s'haurien originat sota un règim pluviomètric torrencial en un clima càlid i humit. El sistema de cons s'hauria implantat sobre el paleorelleu descrit anteriorment. Les argiles, procedents de l'alteració del substrat correspondrien a les colades de fang i s'intercalarien amb els dipòsits torrencials més detrítics. És probable que els llims siguin en part eòlics i tindrien el seu origen en un medi fred i sec. Es considera que provenen de l'acció del vent sobre una zona fangosa i resseca del litoral, en moments en que el nivell del mar era més baix.

Per altra banda, les crostes calcàries s'haurien format en períodes àrids i corresponen a paleosòls de calcreta.

Quan a les característiques geotècniques, els sediments Pleistocens de Barcelona presenten una morfologia de pendent suau en direcció al mar. Aquest fet, juntament amb les acceptables característiques geotècniques dels materials, fa que es pugui classificar aquest sector com a molt favorable per a les intervencions arquitectòniques i d'enginyeria civil; de fet, és en aquest terreny on s'ha desenvolupat històricament la ciutat (Ventayol *et al.*, 2002).

A més a més, els sediments pleistocens, són favorables a l'excavació de túnels, tal i com s'ha pogut experimentar en la xarxa de metro de la ciutat. L'excavació del terreny és fàcil, i la baixa deformabilitat permet, en general emprar mesures raonablement simples de sosteniment. En qualsevol cas, sempre caldrà realitzar un estudi detallat i preveure les mesures de control de les deformacions a la superfície (Ventayol *et al.*, 2002).

4.2.2.6 – El Quaternari de la franja litoral deltaica (Holocè)

Els deltes dels rius Llobregat i Besòs, com tots els del mar Mediterrani, són formacions geològiques molt recents (Marquès, 1984), ja que s'han format després de la última glaciació, que va comportar l'elevació del nivell del mar en uns cent metres, fa uns quinze mil anys (Medialdea *et al.*, 1986, 1989; Gàmez, 2007).

Com a resultat d'aquest ascens, els rius van començar a dipositar sediments a la desembocadura, que mica en mica va anar progressant cap al mar.

L'esquema litològic dels deltes, de base a sostre, és el següent:

- *Nivell al·luvial inferior*, de 5 a 10 metres de potència, format per graves rodades i arenes amb graves, d'origen fluvial i que representen els sediments al·luvials anteriors al delta. Són la seu de l'aquífer captiu, l'aquífer profund.

- *Nivell intermig* de sediments de prodelta (cunya semipermeable que confina el nivell precedent). Són els sediments dipositats a la part submergida del front deltaic, i estan constituïts per materials fins (argiles i llims, llims arenosos i sorres fines o llimoses, generalment grises. Aquest cos sedimentari disminueix riu amunt, i també lateralment, fins desaparèixer a les zones marginals interiors dels deltes.

- *Nivell detrític superior*, format per sorres mitges a grolleres, ben seleccionades, que representen la sedimentació fluviodeltaica i litoral progressant sobre els sediments del prodelta. Són la seu de l'aquífer superior, que normalment és de tipus lliure quan no queda confinat per la unitat següent.

- *Nivell superficial*, format per argiles i llims que corresponen a la plana d'inundació deltaica. Són sediments de color marró, i argiles gris que presenten freqüentment restes orgàniques.

La potència d'aquests dipòsits augmenta en direcció al mar. A la línia de costa, assoleix els 70 metres al Llobregat i els 55 metres en el Besòs. Aquests espessors, corresponen a la base de les graves de l'aquífer profund, que no sempre coincideix amb el sostre del substrat prequaternari. Així, al Llobregat, a les zones centrals properes al mar, per sota de les graves i abans de les argiles blavoses pliocenes, se situa l'anomenat complex detrític inferior, format per nivells detrítics groguencs, amb passades argiloses.

En el nivell intermig els sediments argilosos i les sorres fines tenen una distribució irregular. En algunes àrees la potència acumulada d'argiles supera els 15 – 20 metres. Aquesta zona és relativament petita en el Besòs i més gran al Llobregat.

Les sorres mitges i grolleres de l'aquífer superior es troben fins als 10 – 15 metres de profunditat, i a partir d'aquí poden trobar-se canvis a sediments fins, ja siguin sorres de gra fi, ja siguin sediments llimosos – argilosos.

Les argiles superficials, de la plana d'inundació deltaica, són generalment de tonalitats marró. No obstant, en aquesta unitat també s'inclouen argiles i llims generats en zones de maresma, essent aleshores de coloració gris. La seva potència no és homogènia. Al Llobregat el seu espessor és mínim a prop de la costa, generalment inferior als 3 metres, mentre que en zones interiors del delta, pot arribar a superar els 10 metres. Al Besòs, aquestes argiles tenen una extensió lateral menor, però en determinats punts poden superar els 15 metres de potència.

La zona marítima desenvolupada entre els dos deltes està formada per sediments majoritàriament sorrenca, d'aportació litoral. En aquesta franja cal incloure-hi tot el barri de la Barceloneta, generat a partir del segle XVIII per la sedimentació litoral de deriva, que va ser alterada pel creixement del port. De fet, l'evolució de la línia de costa al llarg dels dos mil·lennis pot reconstruir-se a partir de dades arqueològiques, geomorfològiques i palinològiques (Marquès, 1984; Izquierdo *et al.*, 1998; Riera, 1994a, 1994b). A l'època romana, les aigües assolien la vessant marina del Mont Tàber i després el litoral seguia per la part alta de l'actual Parc de la Ciutadella, cap a la zona del Carrer Pere IV i la carretera antiga de València, a més d'un quilòmetre de les platges actuals.

A mesura que la costa avançava, es van generar zones humides o aiguamolls, moltes de les quals encara queden registrades a la toponímia de la ciutat (el Clot, la Llacuna, etc.). Les zones de Ca l'Arana, la Ricarda o el Remolar són altres maresmes encara existents avui dia al delta del Llobregat.

L'estany del port, situat al peu de Montjuïc, ja fa temps que va desaparèixer. Entre Montjuïc i el Mont Tàber, aprofitant una depressió existent durant tot el Quaternari, es va instal·lar un complex lacustre conegut fins a la baixa Edat Mitjana amb el nom del Cagalell. Possiblement, el Cagalell es fa formar després de la última fase glacial (farà uns 15.000 anys), amb la respectiva elevació del nivell del mar, quan una línia d'arena litoral va tancar la badia que s'havia format entre Montjuïc i el Mont Tàber (sota el monument de Colom).

En aquesta mateixa maresma, es van dipositar llots argilosos de color gris o negre, degut a l'abundant matèria orgànica vegetal. Aquests sediments se situen actualment entre els 7 i els 15 metres de profunditat.

En aquesta zona pantanosa, desembocaven i morien al mar, moltes de les rieres que creuaven la planícia de la ciutat: rieres de Vallldonzella, de Magòria i de la Creu d'en Malla. Possiblement, també es va desviar al Cagalell la riera de Collserola, que és la de la Rambla.

Amb el temps, aquests mateixos rierols i l'acció antròpica van anar reomplint la maresma, per la qual cosa ja no figura en els primers mapes de la ciutat, del segle XVI.

Quan a la geotècnica, els sediments deltaics són geològicament molt recents, freqüentment saturats d'aigua, per la qual cosa es pot preveure un comportament geotècnic relativament mediocre, especialment de les unitats argiloses. Les unitats que trobarem seran:

Argiles i llms superficials de plana d'inundació. Sediments de gra fi, habitualment bastant homogenis. Les argiles gris originades en els maresmes associats a l'evolució deltaica, són problemàtiques des d'un punt de vista geotècnic ja que es poden generar assentaments importants (zones de subsidència), si la superfície carregada és gran, fet que implica un bulb de pressions profund (Ventayol *et al.*, 2002).

Sorres del nivell detrític superior. Generalment sorres de gra mig a groller, i que en ocasions contenen graves rodades. Són rentades i ben seleccionades; amb molt quars i bioclasts, subarrodonits.

Argiles i llims de la cunya d'entremig del prodelta. Són argiles i llims argilosos, de color gris que alternen amb arenas llimoses. Es troben bàsicament a la zona central del delta del Llobregat, ja que lateralment i riu amunt, i en gran part del Besòs, canvien a fàcies d'arenas fines gris, que tenen un comportament geotècnic diferencial, més proper al descrit anteriorment.

En obres en zones (sovint portuàries) que involucrin aquests sediments, ha de tenir-se en compte la possibilitat de ruptures globals, ja que la seva resistència és baixa respecte a les tensions que es poden arribar a generar.

4.2.2.7 – Reblerts antròpics recents

A qualsevol punt de qualsevol ciutat en general, i de Barcelona en concret, poden trobar-se materials de reompliment artificial, producte d'abocadors, amb freqüència incontrolats i per tant, no compactats, i que poden originar assentaments importants, o ruptures globals de fonaments. En són exemples, els terraplens de les autopistes, els molls dels ports i terrenys guanyats al mar.

Gran part dels reblerts, es poden relacionar amb antigues tasques extractives i també al terraplenat, del llit d'antigues rieres. D'aquí la importància de cartografiar les antigues zones d'extracció i torrents.

En relació a les zones extractives, es poden classificar en tres grans tipus: pedreres, graveres i bòviles.

Pedreres

A Barcelona destaquen les pedreres de gres de Montjuïc que han subministrat gran part del material petri dels edificis antics de la ciutat.

Les pedreres de Montjuïc han estat en activitat des d'èpoques preromanes fins al 1957, i el volum global de roca extreta és de varies desenes de milions de metres cúbics. Els fronts de les pedreres tenien a vegades més de 30 metres d'alçada. Algunes han quedat buides, com la de la Fuixarda; altres han estat aprofitades, com la de Maginet (Teatre Grec), o el monument de Lluís Companys a la cantera de Moragues. Moltes altres han estat usades com a abocadors de deixalles de la ciutat, fins que l'any 1971, un gran allau de residus va col·lapsar gran part de les edificacions de Can Clos. Poc després s'obrí l'abocador del Garraf (Ventayol *et al.*, 2002).

Un exemple pot ser l'antiga cantera de Safont, que va ser usada com a abocador i després es va construir al seu damunt l'estadi Serrahima. Aquestes instal·lacions van patir

durant molts anys processos d'assentament i emanacions de gasos inflamables, que van arribar a provocar accidents mortals.

Les de Montjuïc no han estat les úniques pedreres de la ciutat. Així, les calcàries devonians dels Serrats de la Rovira també han estat objecte d'explotació, igual que nombroses pedreres d'extracció de pissarres, disperses per aquests turons i per la Serra de Collserola. També han estat explotats els afloraments de granit que es troben al peu de Collserola i al nord de Santa Coloma de Gramanet. Finalment, cal citar les pedreres de calcària que s'exploten als turons de Badalona, Santa Creu d'Olorda i el turó de Montcada.

Graveres

A la franja litoral, així com als deltes del Besòs i del Llobregat, han estat freqüents les extraccions d'àrids (bàsicament sorres i graves) per a la construcció. Aquestes graveres solien usar dragues per excavar per sota del nivell freàtic, i les fosses resultants han estat reomplertes amb materials diversos, sovint poc adequats, i gairebé sempre sense compactar.

Així, per exemple, a la zona litoral de Badalona són freqüents els reompliments d'extraccions de sorres de fins a 5 – 6 metres d'espessor. Al Llobregat, aquestes activitats han estat més nombroses, i en molts llocs, el reblert s'ha portat a terme amb deixalles. Aquesta pràctica ha desembocat en situacions contaminants altament perjudicials, ja que s'ha creat un contacte directe entre els residus i les aigües subterrànies.

Les conseqüències geotècniques d'aquesta situació també han estat molt desfavorables, ja que han provocat assentament en trams de l'autopista A-16 o a la Ronda Litoral, que es van solucionar mitjançant compactacions dinàmiques (Ventayol *et al.*, 2002).

Bòviles

Les argiles pleistocenes del Pla de Barcelona han subministrat durant molts anys material per a la indústria de la ceràmica. D'especial importància han estat les de l'Hospitalet, i també les existents al barri de les Corts.

Les excavacions generades, com en els casos anteriors, també s'han reomplert amb materials no compactats.

El gran problema geotècnic d'aquests reblerts, és que al tenir una estructura molt oberta, tendeixen a col·lapsar, és a dir, poden generar assentaments en cas de saturar-se, fins i tot en absència de càrregues externes.

Problemes semblants als anteriors apareixen amb el reompliment de les rieres per anivellar les lleres d'antics rierols, eliminant els desnivells entre els seus marges (Ventayol *et al.*, 2002).

4.3 Geologia de subsòl

4.3.1 – Distribució i interpretació de les unitats descrites

A partir de la distribució en planta de les unitats presents al sòl del Pla de Barcelona, s'han pogut diferenciar dues àrees principals.

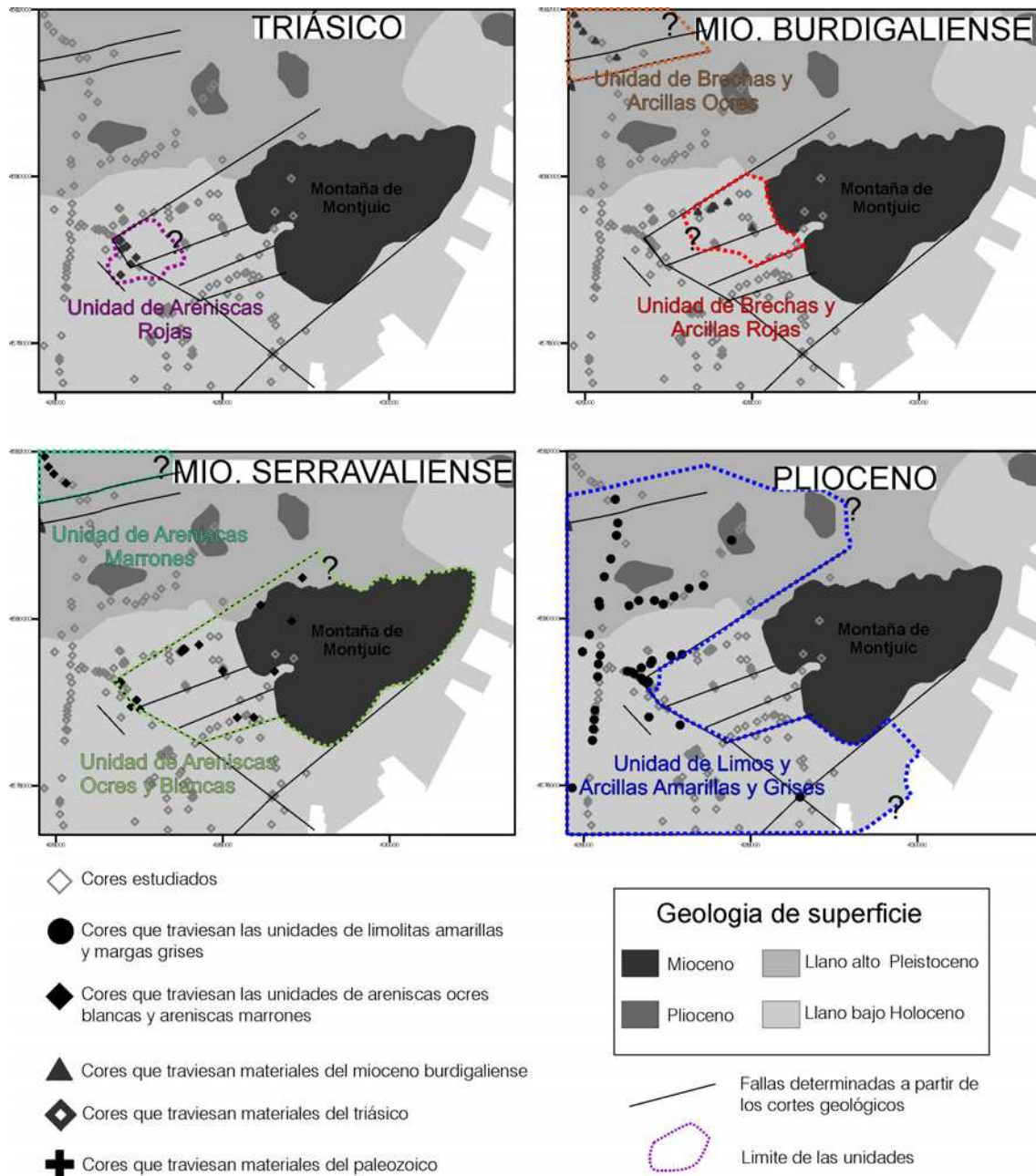


Figura 4.3 Localització de les unitats descrites als sondeigs i la seva localització, (Gàmez 2007)

La informació relativa a l'evolució de les diferents unitats que omplen la depressió de Barcelona en el subsòl és relativament escassa. En la descripció anterior, s'han caracteritzat diferents unitats que afloren en la depressió de Barcelona.

Al subsòl, per sota del Quaternari i per sobre del sòcol Paleozoic, la distribució dels materials agrupats per edats, de més antics a més moderns és la següent:

4.3.1.1 – *Paleozoic*

Aquesta unitat s'enfonsa gradualment des de la Serra de Collserola en direcció al mar Mediterrani, de manera que en sondeigs fets al Pla de Barcelona, en molts casos ja no es troba, a excepció de les parts més adjacents a Collserola i als Turons del Putxet, els Turons de la Rovira, etc., (Veure Apartat 4.2.2; Figura 4.2).

4.3.1.2 – *Triàsic*

Al pla de Barcelona aquesta unitat és representada per una sèrie de gresos vermells, i coneguda amb el nom de *fàcies del Buntsandstein*. Aquests gresos, estratigràficament se situen a més profunditat que la resta d'unitats i amb una extensió molt reduïda (Figures 4.3 i 4.4). Per això apareixen molt puntualment en alguns sondeigs del Pla de Barcelona.

Aquests gresos vermells en realitat, no formen part del reblert de la Depressió de Barcelona sinó que són una part del seu substrat. Petrologicament, s'ha observat una forta compactació química en els contactes entre els grans de quars, això indica que aquests gresos han estat enterrats varis centenars de metres en algun moment de la seva història geològica. Aquest fet, juntament amb les característiques estratigràfiques i petrologiques (Gómez-Gras, 1993), permeten interpretar que aquesta unitat és el *Buntsandstein*. Per tant, aquesta unitat, forma part del sòcol triàsic de la depressió de Barcelona. Aquest fet no és estrany ja que hi ha diversos afloraments triàsics als voltants de la Depressió de Barcelona; concretament al Massís del Garraf, al sud, i a Badalona, al nord.

En diversos informes geotècnics, la Unitat de gresos vermells ha estat interpretada com a Miocè degut a la se forta cimentació i a la seva similitud amb el Miocè de la muntanya de Montjuïc. No obstant, el Miocè de la muntanya de Montjuïc es distingeix d'aquesta unitat per la seva composició petrologica (litarenites) i per l'absència de compactació química (Parcerisa, 2002, Parcerisa *et al.*, *In press*).

Així doncs, malgrat que aquesta unitat no aflori al Pla de Barcelona, sí que ho fa en àrees adjacents com ja s'ha dit anteriorment; i és present en una zona molt concreta del subsòl. El sostre d'aquesta unitat és una superfície d'erosió que es troba fossilitzada pel Miocè.

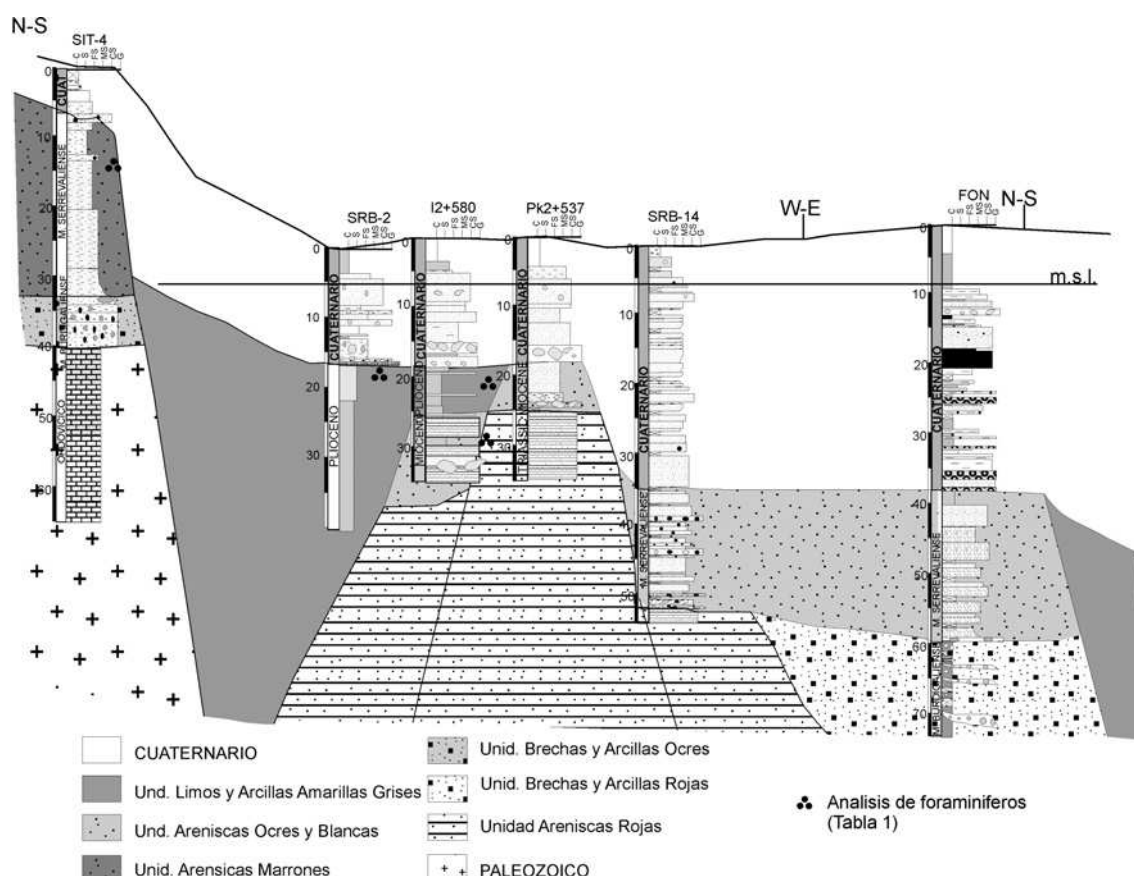


Figura 4.4 Esquema de la distribució i correlació de les diferents unitats de subsòl de la depressió de Barcelona, emprant alguns sondeigs representatius, (Gàmez 2007)

4.3.1.3 – Miocè Inferior (origen continental)

Aquesta unitat és representada per una sèrie de bretxes i argiles vermelles al sud, i més al nord per una unitat de bretxes i argiles ocre (Figura 4.3) (Parcerisa *et al.*, *In press*).

La unitat de bretxes i argiles vermelles (Miocè Continental) es troba en contacte erosiu per sobre del sòcol *Buntsandstein*. Petrològicament, les bretxes d'aquesta unitat estan formades per fragments de roques metamòrfiques i per grans de quars. Alguns dels grans de quars contenen ciments sintaxials indicant que procedeixen de l'erosió del triàsic subjacent. Així, els sediments d'aquesta unitat s'interpreten com a petits ventalls al·luvials que reomplen paleovalls i erosionaven els paleorelleus més propers (Parcerisa *et al.*, *In press*).

La unitat de bretxes i argiles ocre, situades més al nord, presenta fortes similituds amb aquesta unitat de coloració més vermella. Ambdues unitats reomplen paleovalls, encara que en el cas de la unitat ocre, el sòcol està constituït per roques carbonàtiques del Devonià. A més a més, les seves bretxes i argiles ocre estan formades per fragments de roques metamòrfiques i carbonàtiques del Paleozoic subjacent. Aquesta unitat, igual que la anterior, es considera dipositada en un ambient continental al·luvial (Parcerisa *et al.*, *In press*).

Pel què respecta a l'edat d'aquestes dues unitats, actualment s'està procedint a l'anàlisi de restes de micromamífers però a manca d'una bona datació, la única cosa que es pot afirmar és que ambdues unitats estan tapissades per sediments datats mitjançant foraminífers com d'edat Languetà–Serraval·lià. Això, conjuntament amb les similituds sedimentològiques observades, permet afirmar que ambdues unitats són contemporànies i d'edat pre–Serraval·lià. Per similitud amb el reblert de la depressió Vallès–Penedès (Cabrera, 1979), es proposa una edat Miocè Inferior per aquestes dues unitats (Parcerisa *et al.*, *In press*).

4.3.1.4 – Miocè Languetà–Serraval·lià (origen deltaic)

Aquesta unitat és representada per una sèrie de gresos ocres i blancs a Montjuïc i al seu entorn, i de colors més foscos (marró) més al nord (Figura 4.3).

Ambdues unitats són contemporànies i es van formar en un ambient marí deltaic. Així es poden correlacionar amb el Serraval·lià de la muntanya de Montjuïc. A part de la datació, nombrosos indicis reforcen la correlació entre aquestes unitats i el Serraval·lià de Montjuïc, (Parcerisa *et al.*, *In press*):

1. Petrologicalment les unitats de gresos ocres i blancs, i la unitat de gresos i llims marró estan formades per litarenites i arcoses. Aquesta composició concorda amb la petrologia de les arenisques de Montjuïc.

2. Aquestes mateixes unitats, contenen nombrosos grans de feldspat potàssic i de quars amb ciments sintaxials. Aquest tipus de cimentació també ha estat observada en les arenisques de Montjuïc (Gómez-Gras *et al.*, 2001).

3. S'ha manifestat la presència puntual d'alunita i un enriquiment en caolinita en els minerals de l'argila en aquestes unitats. Ambdós minerals, conjuntament amb els ciments sintaxials de feldspat potàssic, són diagnòstics del Serraval·lià de Montjuïc i formen part d'una forta alteració digenètica que afecta a aquests sediments. La caolinita i l'alunita són minerals responsables de l'aparició de matrius de color blanc en algunes capes de gresos d'aquestes unitats.

La seva distribució és major que les unitats anteriors i es fa més potent cap a l'est (muntanya de Montjuïc) i cap al mar, encara que desapareix de forma abrupta degut a la presència de la falla del Morrot (Figura 4.3). El fort augment de potència cap al nord–est fa contemplar la presència de diverses falles normals que enfonsen progressivament el Miocè Inferior Continental creant una depressió ocupada pel Miocè Languetà–Serraval·lià Deltaic (Parcerisa *et al.*, *In press*).

Cal destacar que els materials del Serraval·lià estan fortament cimentats en alguns sondeigs i en els afloraments de la muntanya de Montjuïc però, en altres sondeigs aquests

gresos es troben sense cimentar. Com que aquesta unitat fa relativament poc que s'ha identificat, a alguns informes geotècnics, els sediments del Serraval·lià (que a subsòl no es troben consolidats), sovint són confosos amb sediments deltaics del Quaternari. (Parcerisa *et al.*, *In press*).

La identificació correcta del Serraval·lià en els subsòl de Barcelona s'ha de fer mitjançant estudis paleontològics, petrològics o geoquímics. La presència de plagiòclasi a la unitat de gresos ocres i blancs, permet correlacionar-la amb el Miocè Serraval·lià de la Unitat del Castell de Montjuïc (Gómez-Gras *et al.*, 2001).

4.3.1.5 – Pliocè

Aquesta unitat està formada per llims i argiles groguenques i grisoses. Sovint, la relació d'aquesta unitat amb les subjacents és mitjançant falles (Figures 4.3 i 4.4).

Aquesta unitat de llims i argiles grises i groguenques ha estat interpretada clàssicament com el Pliocè de la depressió de Barcelona i ha estat datada mitjançant microforaminífers (Magné, 1978). Clàssicament s'han diferenciat dues unitats en el Pliocè, una unitat superior de color groguenc d'una potència molt irregular que mai supera els 10 metres en els sondeigs estudiats, i una unitat gris molt més potent a la part inferior. El Pliocè groguenc superior s'interpreta com un paleosòl format per l'alteració de les argiles gris durant un període d'exhumació previ a la sedimentació quaternària (Parcerisa *et al.*, *In press*).

Els materials Pliocens són els que tenen una distribució més extensa, i es troben pràcticament a la totalitat de l'àrea estudiada reomplint fosses tectòniques. No obstant, en algunes zones, està tapissant les unitats anteriorment descrites. Concretament al nord de la zona d'estudi es troba directament sobre el Miocè Inferior, i cap al sud fossilitza el Miocè Languià–Serraval·lià.

4.3.1.6 – Quaternari

Finalment, el Quaternari es disposa per sobre de totes aquestes unitats de manera que només queden alguns afloraments aïllats de sediments pre–Quaternaris. Concretament, el Languià–Serraval·lià de la muntanya de Montjuïc i alguns afloraments aïllats del Pliocè.

Per a una millor comprensió del material Quaternari, fer referència a l'explicació anterior (Apartat 4.2.2 i Figura 4.2).

5. Caracterització geotècnica d'una formació geològica

5.1 – Introducció

Per caracteritzar una formació geològica des del punt de vista geotècnic, en primer lloc, cal descriure si aquesta formació és constituïda per un sòl o per una roca (Matula, 1981; Dearman 1991). Aquests dos termes han generat certa confusió al llarg del temps, de fet la definició de sòl i de roca no és exactament la mateixa sota el punt de vista de la Geologia o de l'Enginyeria del Terreny.

D'ençà dels anys, geòlegs i enginyers s'han referit a “*les roques*” com a masses consolidades de matèria mineral que constitueix l'escorça terrestre, incloent els materials durs, però també els sòls (sorres, argiles...). Més recentment (Gary *et al.*, 1972), van definir *roca*, com a qualsevol formació natural, de material consolidat o no, compost per dos o més minerals (i en ocasions per un de sol), que presenta un cert grau de consistència química o mineralògica.

Els sediments no cimentats com les sorres, llims i argiles són coneguts pels enginyers com a sòls o “*terra*”, en contrapartida als cimentats com calcàries, gresos, granits i altres “*roques*”. Des del punt de vista de l'enginyeria, els sòls i les roques són estudiats per dues disciplines diferenciades, la mecànica de roques i la mecànica de sòls.

Així doncs, l'estudi i coneixement del comportament de sòls i roques, ha donat lloc a unes bases científiques per solucionar problemes enginyerils, dividits en dues disciplines, la mecànica de sòls i la mecànica de roques. Aquestes dues ciències que comparteixen fonaments teòrics i pràctics, tenen una frontera difosa ja que, la delimitació sòl – roca és difosa i alguns materials geològics es poden definir com a sòls durs o com a roques toves (semi – sòlides). Malgrat aquest matís, dins l'enginyeria hi ha una clara distinció en la forma d'estudi d'aquests dos materials.

La següent cita extreta de Terzaghi i Peck (1967), estableix una possible guia per diferenciar el sòl i les roques.

“Sòl és aquell agregat de partícules minerals que poden ser disgregades per mitjans tals com la seva agitació en aigua. Per altra banda, la roca, és un agregat natural de minerals connectat per unes forces cohesives fortes i permanents. Com que els termes “fortes” i “permanents” estan subjectes a diferents interpretacions, la frontera entre sòl i roca és arbitrària.”

A les beceroles de la mecànica de roques, s'evitava la classificació de les roques segons criteris geològics o petrogràfics a favor d'una classificació en funció de les propietats de la roca.

Més endavant es tornà a classificar les roques segons criteris geològics, el nom de la roca, era assignat en base a la litologia d'aquesta, però podia ser complementat amb termes descriptius com el tamany de gra, el color, els components minoritaris i fins i tot, anant més enllà, amb les principals propietats mecàniques.

Deree (1963), va reconèixer tres tipus de textura (la textura entrellaçada típica del granit, la textura cimentada del gres i la laminada – foliada de la mica). També va prestar una atenció especial a les discontinuïtats, així com a les característiques superficials i als materials de reompliment.

La classificació de les roques i sòls destinada a l'elaboració de mapes geològics destinats a fins d'enginyeria, hauria d'estar basada en el fonament de que les propietats físiques i geològiques d'una roca en el moment actual, depèn d'una combinació d'efectes com l'ambient en què es formà la roca, la diagènesi, la història metamòrfica i tectònica i els processos climatològics (Matula, 1981; Dearman, 1991).

Aquest principi de classificació fa possible, no només determinar les característiques litològiques i físiques dels sòls i les roques, sinó també conèixer la seva distribució espacial. Aquest principi bàsic, a diferència d'altres processos de creació de mapes geològics no destinats a fins d'enginyeria, no només classifica mostres de roca individual, sinó també el seu ús, observacions de camp i presa de mesures per dibuixar les unitats rocoses.

Una completa descripció d'un sòl o una roca per a fins destinats a l'enginyeria, inclou donar una definició geològica apropiada, juntament amb la major quantitat d'informació detallada, obtinguda d'assaigs de mostres o de superfícies d'exposició. La descripció pot prendre un caire sistemàtic si s'usa una quantitat de termes descriptius limitada, i per facilitar la feina, s'hauria de situar el sòl o la roca en un nombre limitat de grups amb propietats definibles, d'aquesta manera es crearia una bona guia per treballar amb projectes d'enginyeria.

Avui en dia, encara no disposem del suficient coneixement de les relacions entre les propietats de l'enginyeria i les característiques litològiques per establir un sistema de classificació unificada de sòls i roques en els mapes geològics per al seu ús en treballs d'enginyeria. En una classificació així, cada grup representaria una unitat de sòl o roca amb un conjunt de propietats enginyerils similars.

Així doncs, una descripció en base a l'enginyeria del terreny ha d'incloure:

- Una classificació litològica.
- Una descripció acurada del sòl i roca i l'assignació de *noms geològics* descriptius, per als diferents tipus de roques i sòls.
- Una classificació detallada de les diferents unitats de roques i sòls en base a les seves propietats mecàniques.

Cal que les classificacions i descripcions siguin simples per fer-les ràpidament entenedores i aplicables, fins i tot per aquells amb coneixements geològics limitats. Cal destacar que, encara que les classificacions proposades per a les roques i els sòls són molt diferents, els mètodes aplicats per a les descripcions són els mateixos.

5.2 – Bases per a la classificació de les roques i els sòls amb finalitats enginyerils

De vegades la Geologia fa referència a si un material és dur o tou (és a dir, si és una roca o un sòl des del punt de vista de l'enginyeria), per exemple en roques sedimentaries un gres es refereix a una roca dura i una sorra a un agregat tou. Tot i així aquesta distinció només afecta a les roques sedimentàries.

Encara que sigui lògic classificar les roques i els sòls en termes geològics independentment del seu estat físic, s'ha d'acceptar que hi ha una clara diferència en les propietats enginyerils, i per tant en el seu comportament, d'aquells materials que l'enginyer anomenaria "*sòls aptes per a treballs d'enginyeria*" i la resta de materials naturals. Aquesta distinció té un doble fonament, pràctic i històric: una aproximació al comportament del sòls com a materials de fonament i en excavacions, i també quan s'empren com a materials de construcció, porten al desenvolupament de la ciència de la *mecànica de sòls*. Un desenvolupament semblant ha succeït en la branca de la *mecànica de roques* en les últimes dècades.

Hi ha una clara distinció a fer entre els comportaments del sòl i la roca. Aquesta divisió es pot basar en, per exemple: duresa i resistència, porositat i densitat, permeabilitat i compressibilitat, etc.

Així doncs, les roques i sòls es poden dividir en tres grans grups segons quin hagi estat el seu procés de formació. Poden ser:

- Ígnies
- Sedimentàries
- Metamòrfiques

Però a aquests grups, se'ls hi pot afegir un quart i fins i tot un cinquè grup:

- Sòls residuals formats per processos de meteorització física
- Sòls artificials, sense ús de materials naturals

Una bona pila de criteris s'han utilitzat en diferents classificacions, incloent composició química i mineralògica, tamany de gra, textura... que també proporciona una bona base per la descripció de roques amb fins d'enginyeria. Dels criteris més importants trobem el tamany de gra a causa de la facilitat amb què pot ser quantificat en sòls o estimat a les roques. A les roques, el tamany de gra predominant, o el ventall de tamanyes de gra, és emprat com a mitjà de subdivisió de cada grup. En el cas dels sòls, el fet que el percentatge de components fins (llims i argiles) condicioni fortament el seu comportament i propietats, justifica la necessitat de tenir mètodes diferents de classificació per a sòls i roques.

5.3 – Descripció de les roques per a fins enginyerils

A continuació s'expressen les principals propietats que cal determinar en sòls i roques per a la seva caracterització geotècnica (Ferrer i González de Vallejo, 1999).

La descripció d'una roca inclou:

- la determinació del nom de la roca – “*el nom litològic*”
- descripció de les propietats materials
- descripció de propietats addicionals per descriure les característiques del massís rocós

Sovint, les propietats del massís rocós es troben lligades a les propietats del material, però en molts massissos rocosos les seves característiques estructurals controlen les seves propietats.

En la caracterització de qualsevol roca, el resultat final a obtenir, hauria de ser una descripció comprensible de les principals propietats enginyerils, juntament amb el nom litològic de la roca.

En la descripció d'una roca les principals característiques haurien de ser:

Nom de la roca

Propietats petrològiques suplementàries

Propietats materials de la roca

Color

Textura

Tamany de gra

Altres característiques texturals

Influència meteorològica

Alteració

Resistència

Propietats del massís rocós

Estructura

Discontinuitats

Característiques a causa de la influència meteorològica

5.3.1 – Nom litològic de la roca

El nom litològic, és de vital importància ja que indica la gènesi de la roca i proporciona informació bàsica de la composició mineral i el tamany de gra.

Les propietats petrològiques suplementàries, poden ser usades en cas de necessitar qualificar i precisar el nom de la mostra, per exemple ressaltar l'abundància d'un determinat mineral en una mostra (p. ex. *granit biotític*). Aquestes propietats suplementàries poden ser de gran utilitat per discriminar mostres diferents que tinguin el mateix nom litològic. Altres components menors, també poden tenir un efecte important en les propietats físiques i mecàniques de la mostra i cal tenir-les en compte.

Els noms expressats a les taules anteriors (Taules 5.1 a, b, c) són els principals noms recomanats usar per a les descripcions.

La classificació de roques presentada a continuació està basada en la gènesi de les roques i delimita diferents camps (Taula 5.1 a, b, c):

1. Segons la seva gènesi (sedimentàries, ígnies i metamòrfiques).
2. Segons l'estructura (foliada, massiva, estratificada).
3. Segons el tamany de gra predominant.
4. Segons la composició mineralògica (quars, feldspats, carbonats, cristalls...).

Piroclasts	Ígnies				Gènesi		
	Massiva				Estructura més comuna		
Almenys el 50% del gra és igni	Quars, feldspats, miques, minerals foscos		Feldspats, minerals foscos	Minerals foscos	Composició		
	Àcid	Mig	Bàsic	Ultrabàsic			
Gra arrodonit: AGLOMERAT	PEGMATITA			Piroxè Peridotita	Gra molt groller	60	Tamany de gra predominant (mm)
Gra angular BRETXA VOLCÀNICA	GRANIT	DIORITA	GABRE		Gra groller		
TOBA VOLCÀNICA			DOLERITA		Gra mig	0,06	
TOBA VOLCÀNICA de gra fi	RIOLITA	ANDESITA	BASALT		Gra fi	0,002	
TOBA VOLCÀNICA de gra molt fi					Gra molt fi		
	CRISTALLS VOLCÀNICS				Cristall amorf		

Taula 5.1 (a) Classificació de les roques ígnies, (Dearman, 1991)

Sedimentàries detrítiques					Químic/ Orgànic	Gènesi				
				Estratificada		Estructura més comuna				
Gra de roca, quars, feldspat i minerals argilosos				Almenys el 50 % del gra és carbonat		Sals, carbonats silici	Composició			
Rudites	Els grans són de fragments de roca			PEDRA CALCÀRIA (no diferenciada)	Calcrudita	ROCA SALINA Halita Guix Anhidrita	Gra molt groller	60	Tamany de gra predominant (mm)	
	Arrodonits: CONGLOMERAT Angulosos: BRETSES						Gra groller			
Sorrerques	Els grans són principalment fragments de mineral				Calcarenita		Roca Calcària	Gra mig		2
	ARENISQUES o GRESOS									
Argiloses – Llimoses	CALCÀRIA MICRÍTICA	LIMOLITA: 50% de partícules fines			Marlstone	Llim calcari	Calcària Dolomita	Gra fi		0,06
		ARGIL-LITA: 50% de partícules molt fines						Gra molt fi		0,002
							Roca silícica Xert Sílex Roca carbonàtica Lignit Carbó	Cristall amorf		

Taula 5.1 (b) Classificació de les roques sedimentàries, (Dearman, 1991)

METAMÒRFIQUES		Gènesi		
Foliada	Massiva	Estructura més comuna		
Quars, feldspat, mica, minerals foscos	Quars feldspats, mica, minerals foscos, carbonats	Composició		
MIGMATITA GNEISS ESQUIST FILITA PISSARRA	CORNEANA Marbre Granulita QUARSITA	Gra molt groller	60	Tamany de gra predominant (mm)
		Gra groller		
		Gra mig	0,06	
		Gra fi	0,002	
		Gra molt fi		
		Cristall amorf		

Taula 5.1 (c) Classificació de les roques metamòrfiques, (Dearman, 1991)

5.3.2 – Descripció de les propietats de la roca

5.3.2.1 – Color

En termes generals, la descripció del color d'una mostra, s'esquematitza en tres paràmetres (Taula 5.2). El color pot ser expressat en *tonalitat*, que seria el color d'una barreja de colors bàsics, la *croma*, brillantor o intensitat del color i el *valor* o lluminositat del color. Inicialment, es va dissenyar una graella de colors de roca pel seu ús al camp; el seu ús és força recomanat per a obtenir una nomenclatura normalitzada.

Una alternativa a l'anterior graella, es troba en la taula següent, de la que per descriure una mostra, cal seleccionar una paraula de cada columna. Per exemple: *Blau, grisós, clar*.

<i>Tonalitat</i>	<i>Croma</i>	<i>Brillantor</i>
Rosa	Rosat	Clar
Vermell	Vermellós	Fosc
Groc	Grogós	
Marró	Marronós	
Verd	Verdós	
Blau	Blavós	
Blanc		
Gris	Grisós	
Negre		

Taula 5.2 Termes usats per la descripció del color de roques, (Dearman, 1991)

5.3.2.2 – Textura

Les característiques texturals són tant variades com les composicions minerals i necessiten ser considerades en detall.

La textura, en termes petrològics, es pot definir, com: “*L'aparença física general o caràcter d'una roca, incloent els aspectes geomètrics de les relacions entre els seus components (partícules o cristalls), per exemple la mida, la forma i la distribució dels elements constituents d'una roca sedimentària, o la cristal·linitat, granulometria i estructura dels elements constituents d'una roca ígnea.*”

Dels elements usats per a la descripció i classificació textural, el més important és el tamany de gra, ja que només per aquest factor, ja es pot elaborar una classificació primària. La textura fa referència als grans de forma individual i a la distribució d'aquests (per veure si presenten una orientació preferent).

En la descripció textural, és preferible usar termes comuns, com ara: *foliada, massiva, trencada, de vetes, porfírica, homogènia...* En el cas de roques sedimentàries, podem trobar *laminar, regular, encreuada, etc.*

Per a la caracterització textural és suficient la determinació del tamany de gra a ull nu, que distingeix fins a 0,06 mm, en el cas de roques de gra fi ens podem ajudar d'una petita lupa.

Altres aspectes per ampliar la descripció de la textura poden ser:

Tamany de gra relatiu, que serà descrit com *uniforme*, *no uniforme* i *porfíric*.

Forma general dels grans. Descriurem la forma, angularitat i les característiques superficials de les partícules.

Estructura. En el cas de les roques ígnies i metamòrfiques es pot considerar la seva pàtina o l'aparença externa; en roques sedimentàries, fa referència a l'orientació i l'espai entre els elements que componen la roca.

Porositat. En aquest apartat es descriurà la mida, forma i orientació dels porus.

5.3.2.3 – Grau de meteorització

La influència dels agents meteòrics (meteorització) sobre una mostra rocosa és de particular importància a l'hora de descriure roques amb finalitats enginyerils perquè la meteorització té efectes importants sobre les propietats físiques i mecàniques de les roques.

En qualsevol descripció cal constatar si la mostra es troba alterada per les condicions meteorològiques que ha patit o bé està “fresca”. Els efectes de la meteorització els descriurem en termes de decoloració, descomposició química i desintegració física (Taula 5.3). A més a més, aquests efectes es poden subdividir usant uns altres termes qualificatius, com *altament descompost*, *extremadament descolorit*... (Taula 5.4). Aquests termes descriptius, poden ser quantificats si és necessari per l'examinació d'una mostra o bé per la seva observació a la natura.

Terme	Descripció
Fresc	No hi ha signes visibles de meteorització.
Descolorit	El color del material de la roca fresca original ha canviat, a causa dels agents meteòrics. Cal indicar el grau de canvi. També cal mencionar si el canvi s'atribueix a uns determinats minerals.
Descompost	La roca presenta condicions de sòl, on el material original resta intacte. Alguns o tots els grans es troben descomposts.
Desintegrat	La roca presenta condicions de sòl, on el material original resta intacte. Roca fàcilment esmicolable, però els grans minerals no es troben descomposts.

Taula 5.3 Esquema descriptiu pels diferents graus de meteorització, (Dearman, 1991)

Terme	Grau de canvi (%)
Fresc	0
Lleugerament	0 – 10
Moderadament	10 – 35
Fortament	35 – 75
Extremadament	> 75

Taula 5.4 Termes descriptius dels graus d'influència meteorològica, (Dearman, 1991)

El nivell d'afectació de la meteorització, influirà fortament sobre les característiques finals de la roca que s'estudia. Per exemple, un material rocós fortament afectat, segurament es comportarà com un sòl i podria ser classificat com un sòl residual.

5.3.2.4 – Resistència

L'assaig de compressió uniaxial dona una aproximació fiable de la resistència del material rocós, encara que els resultats dependran del contingut d'humitat de la mostra, de qualsevol anisotropia (que es dona quan les propietats físiques varien, al ser mesurades des de diferents direccions) i del procediment adoptat per executar l'assaig. La taula 5.5 mostra una escala de resistència.

Existeix una alternativa a l'assaig de compressió uniaxial que pot ser realitzat al camp, s'anomena “*assaig de resistència a la càrrega puntual*”. Aquest assaig es duu a terme mitjançant mostres de determinades dimensions el seu resultat pot ser correlacionat amb la resistència a la compressió uniaxial de la roca.

<i>Terme</i>	<i>Resistència a la compressió (MPa)</i>
Dèbil	1,5 - 15
Moderadament resistent	15 – 50
Resistent	50 – 120
Molt resistent	120 – 230
Extremadament resistent	> 230

Taula 5.5 Escala de resistència per a material rocós sec, (Dearman, 1991)

5.3.3 – Descripció de les propietats del massís rocós

5.3.3.1 – Estructura

L'estructura d'un massís rocós està relacionada amb el gran ventall de relacions de característiques texturals de la roca amb l'associació d'un o més tipus de roca dins del massís rocós.

Amb el problema de l'associació de més d'un tipus de roca en un massís rocós, és difícil de tractar-hi ja que, per exemple, en una seqüència de roques sedimentàries, un tipus de roca, pot ser més susceptible a la meteorització que una altra, i la presència d'aquesta roca pot tenir efecte sobre els altres components de la seqüència. A més a més, les propietats del massís rocós, sempre dependran més d'un tipus de roca que d'un altre.

5.3.3.2 – Discontinuitats

Una discontinuïtat és una superfície entre dues masses rocoses que es troba oberta o bé, és potencialment propensa a l'obertura en aplicar-hi tensions provinents d'obres d'enginyeria.

Les discontinuïtats tenen diferents formes d'originar-se però cal remarcar-ne dos, aquelles que apareixen en conjunts, i aquelles que es manifesten de forma individual.

Finalment, en la descripció de les discontinuïtats, cal remarcar-ne la seva naturalesa, orientació, espaïament, obertura, rugositat, si estan reomplertes, el nombre de conjunts, el tamany de blocs i forma... vegem-los a continuació:

Orientació. Cal mesurar la inclinació respecte la horitzontal, i la seva desviació respecte al nord. Per deixar constància de l'orientació, s'empren sistemes de projecció estereogràfica com el diagrama de rosetes i el diagrama de pols (Figura 5.1).

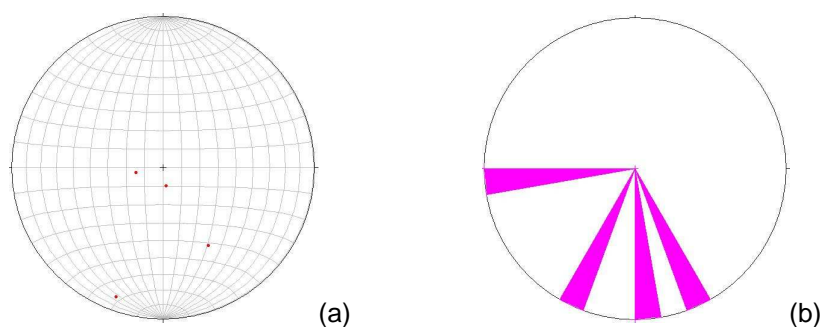


Figura 5.1 Exemple d'un diagrama de pols (a) i d'un diagrama de rosetes (b)

Espaïament. Fa referència a la mínima distància entre dues discontinuïtats adjacents. Els termes per descriure aquesta característica, (Taula 5.6):

<i>Terme</i>	<i>Espaïament</i>
Molt Ample	> 2 metres
Ample	600 mm – 2 m
Mig	200 – 600 mm
Tancat	60 – 200 mm
Molt tancat	< 60 mm

Taula 5.6 Termes relatius al tamany de blocs i l'espaïament de les discontinuïtats, (Dearman, 1991). En aquest segon cas, cal afegir el mot “espaïament” prèviament al terme descriptiu.

Continuïtat. Mesura l'extensió de la discontinuïtat, des del seu inici, fins al final, ja sigui en roca sòlida o bé contra una altra discontinuïtat.

Rugositat. La superfície d'una discontinuïtat pot ser planar, ondulada o esglaonada, amb els seus respectius termes descriptius (Taula 5.7); i pot presentar els perfils de la Figura 5.2.

<i>Terme</i>	<i>Categoria</i>
Escalonada, rugosa (o irregular)	I
Escalonada, llisa	II
Escalonada, polida	III
Ondulada, rugosa (o irregular)	IV
Ondulada, llisa	V
Ondulada, polida	VI
Plana, rugosa (o irregular)	VII
Plana, llisa	VIII
Plana, polida	IX

Taula 5.7 Termes pera la descripció de la rugositat, (Dearman, 1991)

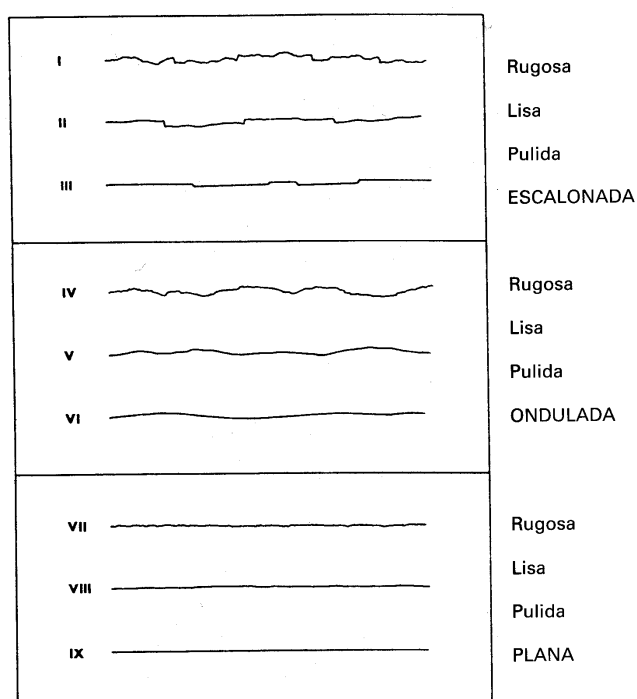


Figura 5.2 Perfils de rugositat, (Dearman, 1991)

Resistència de la paret. Aquesta característica es mesurarà en paràmetres de resistència a la compressió i hauria de ser inferior a la resistència del material rocós fresc degut a l'alteració meteòrica de les parets de la discontinuïtat. Una estimació d'aquest valor es pot fer amb el martell d'Schmidt.

Obertura. És la distància mínima entre les parets d'una discontinuïtat, l'espai de la qual està omplert d'aire o aigua (Taula 5.8):

<i>Terme</i>	<i>Obertura (mm)</i>
Molt Ample	> 200
Ample	60 – 200
Moderadament Ample	20 – 60
Moderadament Estret	6 – 20
Estret	2 – 6
Molt Estret	0 – 2
Hermètic	Zero

Taula 5.8 Termes pera la descripció de l'obertura, (Dearman, 1991)

Reompliment. Els materials que reomplen una discontinuïtat poden ser molt variats i tenir diferents orígens. Es pot tractar de sòls o bé de ciments precipitats per l'aigua (p. Ex. Calcita). En el cas de les falles poden estar reomplertes per bretxes de falla o “*fault gouge*”. El material de reompliment hauria de ser identificat i descrit, així com la mesura de la seva resistència.

Filtració. El flux d'aigua i humitat visible a les discontinuïtats hauria de ser descrit, a més de fer una estimació de la quantitat de flux.

Famílies de discontinuïtats. Les discontinuïtats no sistemàtiques, són aquelles que no presenten trets comuns entre elles. En canvi les sistemàtiques les podem agrupar en conjunts de discontinuïtats, i ens determinaran les propietats del massís rocós i la mida dels blocs.

Forma i Tamany de bloc. La distribució general de les discontinuïtats ens condicionaran el tamany i la forma dels blocs; aquestes formes es poden descriure com:

- *Blocs polièdrics*: discontinuïtats irregulars
- *Blocs tabulars*: hi ha un conjunt paral·lel de discontinuïtats
- *Blocs prismàtics*: hi ha dues famílies de discontinuïtats ortogonals i una tercera irregular.
- *Blocs equidimensionals*: hi ha tres famílies de discontinuïtats aproximadament ortogonals entre elles.
- *Blocs romboèdrics*: hi ha tres o més famílies de discontinuïtats relacionades de forma obliqua.
- *Blocs columnars*: diferents famílies de discontinuïtats, creuades per discontinuïtats irregulars. La llargada és major que les altres dimensions.

La meteorització pot modificar els blocs, arrodonint-ne les formes. Els tamanyes de bloc es poden descriure a través de la taula 5.6 canviant el paràmetre “ample” per “gran” i “tancat” per “petit”.

5.4 – Descripció del perfil d'alteració meteòrica en un massís rocós

5.4.1 – Introducció

La descripció de la meteorització dels materials rocosos és d'especial importància per a les obres d'enginyeria. Fins i tot en obres profundes, per exemple, en un túnel, les boques estan sotmeses a meteorització i la presència de discontinuïtats en el massís permeten que les parts internes del túnel estiguin sotmeses a meteorització degut a filtracions d'aigua.

S'han portat a terme diferents temptatives per idear escales de graduació de la meteorització per a tipus particulars de roca. No obstant, la majoria d'escales, suposades d'aplicació general, derivaven d'aquelles ideades per a granits.

Hi ha dos tipus de meteorització: en un predomina la desintegració mecànica, i en l'altre la descomposició química incloent la dissolució. Generalment, els efectes químics i físics, actuen conjuntament, però depenent del règim climàtic, un dels dos aspectes es mostrarà com el predominant. La meteorització física, produeix l'obertura i formació de noves discontinuïtats, la separació de grans individuals de material... La meteorització química, porta a una descomposició dels silicats cap a minerals argilosos (alguns minerals com el quars són molt resistents a la meteorització química). Estadis poc desenvolupats de l'alteració química comporten simplement una decoloració de la roca. La dissolució és sempre un efecte present, sobretot en roques carbonades i sals minerals.

Arribats a aquest punt, cal considerar la següent aproximació a la descripció de la meteorització sobre les roques (Taula 5.9).

<i>Terme</i>	<i>Abreviació</i>	<i>Significat</i>
Fresc	(F)	La roca no mostra signe de decoloració
Lleugerament alterat	(SW)	Roca lleugerament descolorida, però generalment mostra poc canvi de resistència.
Fortament alterat	(HW)	La resistència de la roca està alterada. Roca fortament descolorida. Increment de la porositat.
Extremadament alterat	(XW)	Roca tant alterada que mostra propietats d'un sòl; es disgrega.

Taula 5.9 Descripció de l'alteració de la roca, (Dearman, 1991)

5.4.2 – Perfil d'alteració meteòrica

L'alteració d'un massís rocós es descriu en termes de distribució i de les relatives proporcions de la roca *fresca*, descolorida, descomposta i desintegrada i els seus efectes sobre les discontinuïtats.

La meteorització pot convertir la roca en un sòl. El perfil d'alteració meteòrica pot ser descrit en termes de tres unitats bàsiques: roca, roca i sòl, i sòl. Una descripció més detallada

permet identificar sis graus d'alteració (Taula 5.10). Cal remarcar que els graus tenen transicions, i pot ser necessari subdividir un grau per a una aplicació particular.

<i>Terme</i>	<i>Descripció</i>	<i>Grau</i>
Fresc	No hi ha signes visibles d'alteració	I
Lleugerament alterat	La decoloració indica alteració del material rocós i les superfícies de discontinuïtats. Tot el material rocós pot acabar descolorint-se	II
Moderadament alterat	Menys de la meitat de la massa rocosa està descomposta o desintegrada en sòl. La roca fresca es presenta com un cos continu o en forma de blocs.	III
Fortament alterat	Més de la meitat de la massa rocosa està descomposta o desintegrada en sòl. La roca fresca es presenta en forma de blocs.	IV
Extremadament alterat	Tot el material rocós s'ha descompost en sòl. Encara hi ha restes de la massa original de l'estructura.	V
Sòl residual	Tota la massa rocosa s'ha convertit en sòl. La massa estructural s'ha destruït. Hi ha un gran canvi voluminós, però el sòl no ha estat transportat.	VI

Taula 5.10 Diferents graus de meteorització d'un massís rocós, (Dearman, 1991)

Les estructures geològiques, en particular les falles, poden haver influenciat la forma d'alteració meteorològica, permetent el drenatge d'agents meteorològics dins la roca mare. Això també s'ha tingut en compte a l'hora de portar a terme aquesta classificació.

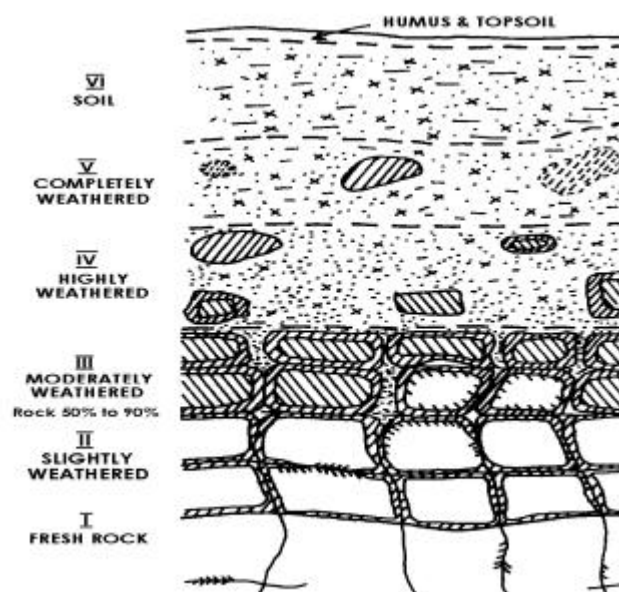


Figura 5.3 Exemple d'un perfil d'alteració meteòrica

Cal comprendre que no totes les graduacions d'alteració es veuran en una mostra de roca, i que algunes, només es veuran en zones molt localitzades. La distribució de diferents graus d'alteració del massís rocós, pot ser deguda a la porositat o bé a la presència de diferents nivells de fracturació. Cal tenir clar, que les exposicions de roques aïllades, així com excavacions d'àrea limitada, no són representatives del total del massís rocós.

Per a la representació d'un perfil d'alteració meteòrica, podem servir-nos de seccions verticals esquematitzades, que resultin de la interpretació de les complexes estructures presents a la realitat (Figura 5.3).

5.5 – Classificació dels sòls per a fins enginyerils

Les bases de la classificació dels sòls en grups són bàsicament: la granulometria i la plasticitat de la fracció fina (fracció que passa el garbell de 400 µm).

Les determinacions d'aquestes propietats es porten a terme en mostres inalterades de sòl, independentment de les condicions que tingui la mostra a la seva ubicació original. La classificació dels sòls, pot ser una bona referència, sobre quin comportament tindran en cas d'esdevenir un material constructiu, per exemple en terraplens amb diferents continguts d'humitat.

El nom del sòl, que proporciona informació de les característiques granulomètriques del mateix, és normalment una combinació d'un sòl base amb barreges d'altres tipus de sòl. Com a complements del nom hi ha altres termes per a caracteritzar el material que forma el sòl i la massa total del sòl.

En la descripció d'un sòl, les principals característiques haurien de donar-se en el següent ordre (Daerman, 1991):

Nom del sòl

Incloent constituents menors

Gènesi

Propietats del material constituent del sòl

Color

Textura (forma i composició de les partícules)

Estat d'alteració meteòrica

Resistència

Consistència

Humitat

Densitat Relativa

Compactació

Resistència a la cisalla

Propietats del sòl

Estructura

Discontinuitats

Perfil d'alteració meteòrica

5.5.1 – Noms de sòl descriptius

Les granulometries, així com les plasticitats, es poden estimar al camp o bé determinar-les al laboratori. Per la determinació de les plasticitats, s'usa el material més fi de 400 µm, les partícules més grans d'aquesta mida, són recollides i es calcula el seu percentatge respecte la mostra total.

La classificació de sòl es presenta a la taula 5.11. Els sòls es poden classificar en diferents criteris i classificacions, el més usat és el de la *USCS (Unified Soil Classification System)*.

Normalment els sòls es divideixen en tres classes principals (grollers, fins i orgànics). En un sòl groller, menys de la meitat del material passa el garbell nº200 (0'075 mm); a més a més, en funció de la granulometria (el percentatge que passa o no el garbell nº4, de 4'76 mm) seran sorres o graves. Els sòls fins els podrem classificar en llims o argiles en funció de les seves característiques.

La granulometria i la plasticitat d'un sòl permeten distingir grups ben delimitats; cada un d'ells queda definit per un nom i una lletra:

Components grollers

Termes Principals	GRAVES	G
	SORRES	S
Termes Qualificatius	Ben graduades	W
	Mal Graduades	P
	Uniformes Mal Graduades	Pu
	Sòl discontinuament graduat	Pg

Components fins

Termes Principals	SÒL FI, FINS	F
	- Pot ser diferenciat en M ó C:	
	LLIMS (sòl – M)	M
	- Per sota la línia – A de la gràfica de plasticitat	
Termes Qualificatius	ARGILA	C
	- Per sobre la línia – A (totalment plàstic)	
	Plasticitat baixa	L
	Plasticitat mitja	I
	Plasticitat alta	H
	Plasticitat molt alta	V
	Plasticitat extremadament molt alta	E

Components orgànics

Termes Principals	TORBA	Pt
Termes Qualificatius	Orgànica	O

SISTEMA DE CLASSIFICACIÓ UNIFICADA DE SÒLS "U.S.C.S."

DIVISIONS PRINCIPALS		Simbols del grup	NOMS TÍPICS	IDENTIFICACIÓ AL LABORATORI	
SÒLS DE GRA GROLLER	GRAVAS	Graves netes	GW	Graves, ben graduades, barreges grava-sorra, pocs fins o sense fins.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 i 3
		(sense o amb pocs fins)	GP	Graves mal graduades, barreges grava-sorra, pocs fins o sense fins.	No compleixen amb les especificacions de granulometria per a GW.
		Graves amb fins	GM	Graves llimoses, barreges grava-sorra-llim.	Límits d'Atterberg sota la línia A de l'IP < 4.
		Més de la meitat de la fracció grollera és retinguda pel garbell nº4 (4,75 mm)	GC	Graves argiloses, barreges grava-sorra-argila.	Sobre de la línia A amb IP entre 4 i 7 són casos límits que requereixen doble símbol.
	SORRES	Sorres netes	SW	Sorres ben graduades, sorres amb grava, pocs fins o sense fins.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 i 3
		(pocs o sense fins)	SP	Sorres mal graduades, sorres amb grava, pocs fins o sense fins.	Quan no es compleixen simultàniament les per SW.
		Sorres amb fins	SM	Sorres llimoses, barreges de sorra i llim.	Límits d'Atterberg sota de la línia A de l'IP < 4.
		Més de la meitat del material retingut al garbell nº200 (0,075 mm)	SC	Sorres argiloses, barreges sorra-argila.	Els límits situats a la zona ratllada amb IP entre 4 i 7 són casos intermitjos que precisen de doble símbol.
		Llíms i argiles:	ML	Llíms inorgànics i sorres molt fines, lílms nets, sorres fines, llimoses o argilosa, o lílms argilosos amb lleugera plasticitat.	
			CL	Argiles inorgàniques de plasticitat baixa a mitja, argiles amb grava, argiles arenoses, argiles llimoses.	
			OL	Llíms orgànics i argiles orgàniques llimoses de baixa plasticitat.	
		Llíms i argiles:	MH	Llíms inorgànics, sòls arenosos fins o llimosos amb mica o diatomees, lílms elàstics.	
			CH	Argiles inorgàniques d'alta plasticitat.	
			OH	Argiles orgàniques de plasticitat mitja a elevada, lílms orgànics.	
		Límit líquid major de 50	PT	Torba i altres sòls d'alt contingut orgànic.	
	Sòls molt orgànics				

Taula 5.11 Sistema de Classificació Unificada de Sòls (USCS)

La distribució del tamany de partícula es determina al laboratori, i s'expressa en una gràfica (Figura 5.4). La corba final, ajudarà a determinar les diferents proporcions dels materials presents al sòl i també la designació del sòl.

CORBES GRANULOMÈTRIQUES:

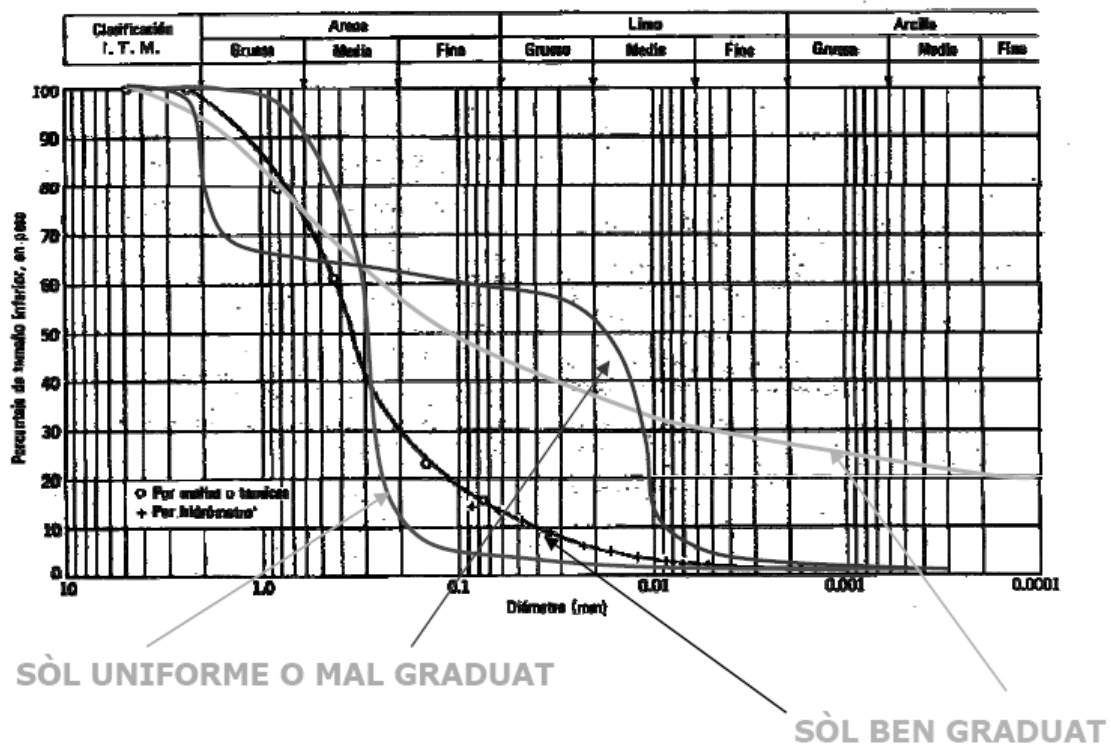


Figura 5.4 Diferents corbes de graduació dels sòls, (Dearman, 1991)

Tipus bàsic de sòl:

Els tipus bàsics de sòl, és funció del tamany de les seves partícules (Taula 5.12):

Nom del sòl	Terme qualificatiu	Tamany de partícula (mm)
Blocs		> 200
Graves		60 – 200
	Groller	20 – 60
	Mitges	6 – 20
	Fines	2 – 6
	Molt fines	0.6 – 2
Sorres	Mitges	0.2 – 0.6
	Fines	0.06 – 0.2
	Molt fines	0.02 – 0.06
Llims	Mitjos	0.006 – 0.02
	Fins	0.002 – 0.006
Argiles		< 0.002

Taula 5.12 Distribució per tamany de partícules, per a tipus de sòl d'únic component, (Dearman, 1991)

Tipus compostos de sòl:

La majoria de sòls són compostos, contenenent diferents sòls bàsics. La proporció en pes de cada component és usat per, posteriorment, donar nom al sòl.

Sòls orgànics:

Les sorres, llims i argiles orgàniques, contenen una considerable quantitat de matèria orgànica, poden tenir una olor característica i un color gris / marró fosc. Els sòls fins amb grans quantitats de matèria orgànica normalment es projecten per sota de la línia A del gràfic de *Casagrande* (Figura 5.5) i s'anomenen llims orgànics, tenen un límit líquid, extremadament elevat.

La torba està formada bàsicament per restes vegetals que poden ser fibroses o amorfes.

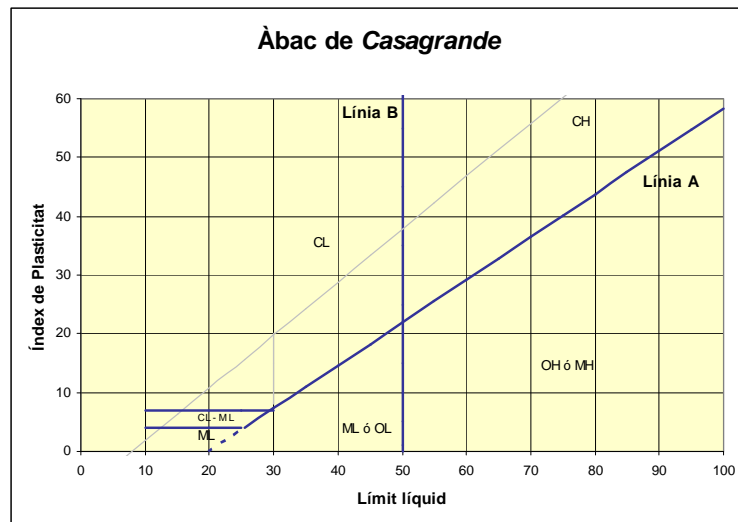


Figura 5.5 Àbac de plasticitat per a la classificació dels sòls, (Dearman, 1991)

Plasticitat

Els llims i les argiles soles, així com en barreges amb material una mica més groller, es poden classificar en termes de plasticitat (Taula 5.13 i 5.14). La plasticitat es calcula a partir del límit líquid i el límit plàstic del sòl. L'índex de plasticitat agrupa aquests dos límits en un sòl paràmetre.

Terme	Límit Líquid (%)
Poc Plàstic	< 35
Moderadament Plàstic	35 – 50
Altament Plàstic	50 – 70
Molt Altament Plàstic	70 – 90
Extremadament Plàstic	> 90

Taula 5.13 Temes de classificació de la plasticitat dels sòls, (Dearman, 1991)

Terme	Índex de Plasticitat (%)
No – Plàstic	< 1
Lleugerament Plàstic	1 – 7
Moderadament Plàstic	7 – 17
Altament Plàstic	17 – 35
Extremadament Plàstic	> 35

Taula 5.14 Temes de classificació de l'índex de plasticitat dels sòls, (Dearman, 1991)

Gènesi dels dipòsits de sòl

Els noms del sòl, són normalment substituïts per la seva referència al tipus de dipòsit que els conté, encara que no es dedueixi de la formació geològica on es troba. En són alguns exemples, els materials al·luvials, sorra de platja o deltaïques, llms i argiles lacustres...

5.5.2 – Descripció del material constituent del sòl

5.5.2.1 – Color

El color del sòl pot ser avaluat quantitativament emprant la “*Munsell Soil Color Chart*” o bé, senzillament recorrent al mateix sistema emprat en el cas de les roques (Taula 5.2).

5.5.2.2 – Composició i forma de les partícules

La forma de les partícules ha de ser descrita fent referència a la forma general de les partícules, la seva angularitat, que indica el grau d'arrodoniment dels costats, i les característiques de la seva superfície visibles (llisa, aspre, polida, amb gravats, amb foradets...).

Cal descriure la composició de les partícules petites visible a ull nu o sota lents portàtils, així com de les partícules majors, normalment fragments de roca. Les sorres, normalment les componen grans de minerals individuals (quars, mica, feldspat...). Les graves i partícules de sorra poden ser recobertes amb matèria mineral, com la limonita o la calcita. Els cristalls, sovint de gran tamany, també hi poden ser presents. Closques i altres restes fòssils, poden ser un constituent important dels sòls.

5.5.2.3 – Grau de meteorització

Els mateixos termes aplicats a la roca, també es poden usar per descriure la meteorització dels sòls. Els termes descriptius (com els expressats per les roques a la Taula 2.3) impliquen canvis del sòl fresc, però el producte resultant de l'alteració d'un sòl, és un sòl on també es pot dur a terme la pràctica enginyeril, el qual pot ser descrit tal i com s'indica en aquest apartat.

Els canvis més obvis es mostraran en la presència de decoloracions, esquerdes, desintegració i descomposició dels minerals que formen el sòl, així com dels fragments de roques en sòls grollers.

5.5.2.4 – Resistència

La resistència pot ser estimada amb en un simple assaig de camp en mostres alterades o inalterades, o bé en assaigs de laboratori de mostres inalterades (Taula 5.15).

<i>Terme descriptiu</i>	<i>Test de camp</i>	<i>Resistència simple no drenat (kN·m⁻²)</i>
Molt tou	Es desfà entre els dits al pressionar amb la mà	< 20
Tou	Pot ser modelat amb una lleugera pressió manual.	20 – 40
Ferm	Pot ser modelat amb una forta pressió manual.	40 – 75
Rígid	No pot ser modelat amb les mans; pot ser marcat amb el dit polze.	75 – 150
Molt rígid	Pot ser marcat amb la ungla del polze.	> 150

Taula 5.15 Classificació de les dureses dels sòls, (Dearman, 1991)

Per altra banda, al laboratori, podem determinar els valors del contingut d'humitat (m), el límit líquid (LL), i el límit plàstic (LP). Així, l'estat físic dels sòls fins, es pot expressar aproximadament a través de l'índex de consistència (CI), (Taula 5.16):

$$CI = \frac{LL - m}{LL - LP}$$

<i>Terme</i>	<i>Índex de consistència</i>
Molt tou	< 0,05
Tou	0,05 – 0,25
Ferm	0,25 – 0,75
Rígid	0,75 – 1,00
Molt rígid	> 1,00

Taula 5.16 Classificació dels sòls a partir de l'índex de consistència, (Dearman, 1991)

Per a sòls més grollers, la compactació dels seu material pot ser estimada a través de simples assaigs de camp (Taula 5.17).

<i>Terme</i>	<i>Test de camp</i>
Disgregat	Pot ser excavat amb una pala; es pot clavar una peça de 50 mm.
Dens	Necessita ser excavat amb pic; és més difícil clavar la peça de 50 mm.
Lleugerament cimentat	Examinació visual; amb el pic traiem terrossos que poden ser disgregats.

Taula 5.17 Descripció dels tests de camp per a mesurar la compactació de sòls (sorres i graves), (Dearman, 1991)

La relativa densitat de les sorres i graves, normalment és determinat per assaigs SPT (*Standard Penetration Test*). La taula 5.18 permet correlacionar els valors - N (número de cops per a 30 cm d'enfonsament), amb la consistència del sòl.

L'assaig SPT consisteix en deixar caure un martell de 63'5 kg una alçada de 76 centímetres sobre una barra, i contar el número de cops necessaris per introduir aquesta barra en 60 cm de terreny. Per a obtenir els resultats, dividirem imaginàriament, la barra en 4 parts

de 15 cm, i només tindrem en compte els cops necessaris per enfonsar la barra dins al terreny els 15 cm de la segona i la tercera sèrie, és a dir, els del mig.

Terme	Valors – N de l'SPT (cops / 300 mm de penetració)
Molt tou	1 - 4
Tou	4 – 10
Mig	10 – 30
Dens	30 – 50
Molt Dens	> 50

Taula 5.18 Classificació dels sòls a través de l'assaig SPT, (Dearman, 1991)

La densitat relativa de les sorres i graves, també pot ser determinada per l'índex de porus (e_n) del sòl *in situ* i l'índex de porus corresponent al sòl més tou (e_{\min}) i al sòl més dens (e_{\max}) dels estats de sòl donats al laboratori. La densitat relativa (RD), es mostra a la taula 5.19, i deriva de la següent equació:

$$RD = \frac{e_{\max} - e_n}{e_{\max} - e_{\min}} \cdot 100$$

Terme	Densitat Relativa (%)
Molt tou	< 20
Tou	20 – 33
Mig	33 – 66
Dens	66 – 90
Molt Dens	90 – 100

Taula 5.19 Densitat Relativa de sorres i graves, (Dearman, 1991)

5.5.3 – Descripció de la massa del sòl

La descripció de la massa que constitueix el sòl requereix informació addicional a la descripció del sòl com a material.

La massa de sòl, és primer descrita com a sòl – material, o com una combinació de diferents tipus de sòl, seguit per informació significativa per a l'enginyaria pel què fa referència a la massa que constitueix el sòl.

Aquesta informació inclourà:

- l'estructura geològica i la distribució dels tipus de sòl
- les característiques de les discontinuïtats del sòl
- el perfil d'alteració meteòrica

Les característiques de la massa constituent del sòl poden ser únicament determinades per la observació de: fossats naturals al camp, rases o grans excavacions; afloraments d'exposició natural; o de un nombre suficient de mostres inalterades.

5.5.3.1 – Estructura

Els aspectes més importants de l'estructura, estan relacionats amb els plegaments i les falles dels dipòsits. Cal individualitzar els diferents estrats i capes de sòl; aquestes capes de diferent material poden passar gradualment d'un tipus de sòl a un altre. Els plegaments i les falles, introdueixen grans defectes a la massa constituent del sòl, i la interestratificació causa heterogeneïtat i anisotropia, les quals són més importants des del punt de vista de les propietats enginyerils, que les propietats dels sòls individuals que constitueixen el sòl final.

Cal descriure les característiques de l'estratificació. Les intercalacions de materials haurien de ser descrites en detall a causa de la seva important influència sobre les propietats enginyerils i el comportament de la massa constituent del sòl.

Altres característiques com la presència d'arrels, o cavitats que deixen quan desapareixen, també han de ser mencionades.

5.5.3.2 – Discontinuitats

Les discontinuitats dels sòls, inclouen fissures i plans de cisalla, poden ser descrits i quantificats emprant els mateixos termes usats a la descripció de les roques (veure apartat 5.3.3.2).

<i>Terme</i>	<i>Descripció</i>	<i>Grau</i>
Fresc	No hi ha signes visibles d'alteració; potser una lleugera decoloració a les superfícies de les discontinuitats més grans	I
Lleugerament alterat	Als sòls fins, la decoloració indica alteració del material del sòl i les superfícies de discontinuitats. No hi ha un fort canvi en la consistència del sòl. Hi ha restes de sòl fresc. En sòls grollers de fragments individuals i les discontinuitats es troben descolorides; no hi ha una gran diferència en la densitat relativa.	II
Moderadament alterat	Els sòls fins estaran descolorits; menys del 35% del sòl mostrarà un canvi marcat en la seva consistència; trobarem restes de grau I i/o II. En sòls grollers, menys del 35% del sòl té una densitat relativa inferior.	III
Fortament alterat	Els sòls fins estaran descolorits i més del 35% del sòl mostrarà un canvi marcat a la seva consistència; trobarem restes de grau II. En sòls grollers, més del 35% del sòl té una densitat relativa inferior.	IV
Extremadament alterat	Els sòls fins estaran descolorits, restes absents de grau II, el sòl mostra un canvi pronunciat en la consistència del sòl fresc. En sòls grollers, hi ha una forta disminució de la densitat relativa.	V

Taula 5.20 Graus d'afectació meteorològica del sòl, (Dearman, 1991)

5.5.4 – Perfil meteòric

El grau de meteorització de la massa del sòl, pot ser descrita de la mateixa que en el cas de les roques (veure apartat 5.3.2.3), incloent la gradació de la roca si el sòl prové de la meteorització d'aquesta.

Els graus de meteorització es proposen a la Taula 5.20.

5.6 – Informació geològica addicional per a la descripció de sòls i roques

Sempre que sigui possible, caldrà donar tota la possible informació addicional detallada de la manera que s'expressa a continuació.

Nom de la formació geològica: es pot localitzar publicada en mapes geològics, i pot ser referenciada de la mateixa manera que ho fan els autòctons de la zona, per exemple la formació Artés.

Edat: s'hauria de deixar constància de l'edat de les formacions geològiques, en forma de eons, eres, períodes... o qualsevol subdivisió estratigràfica disponible.

5.7 – Sòls antròpics

Els sòls antròpics són de dos tipus:

5.7.1 – Sòls usats en obres d'enginyeria

Es tracta de sòls naturals que han estat excavats i posteriorment usats per a la construcció de terraplens, reompliments, etc. Poden ser classificats de la mateixa manera que un sòl natural.

5.7.2 – Altres sòls antròpics

Són reompliments artificials que no formen part d'obres d'enginyeria sinó que són reompliments heterogenis d'excavacions, abocadors de runa o abocadors industrials. Es poden classificar com els sòls naturals però tenint en compte altres paràmetres;

5.7.2.1 – Origen

Cal mencionar si el reompliment s'ha dissenyat com un abocador d'una sola capa, o de més d'una capa separada o amb alternances de sòl natural. L'origen de l'abocador pot ser de residus de la llar, industrials, químics i líquids, de demolicions urbanes...

5.7.2.2 – Presència de grans objectes

A l'abocador hi pot haver presència de masses de materials de la construcció, peces de formigó armat, malles d'acer, etc.

5.7.2.3 – Buits

Els reompliments urbans poden amagar parts parcialment plenes, o cel·les buides d'edificacions preexistents, xarxes de clavegueram o altres canalitzacions subterrànies, bidons buits, pneumàtics, automòbils, refrigeradors...

5.7.2.4 – Matèria química i orgànica

Moltes zones de reompliments antròpics es poden trobar en antigues pedreres i en llocs emprats com a dipòsits de deixalles químiques que poden ser de caràcter orgànic o inorgànic.

5.7.2.5 – Materials tòxics, incloent gasos

Les deixalles àcides poden reaccionar amb la pedra calcària i produir diòxid de carboni. La descomposició de restes vegetals i animals pot produir metà, amoníac i altres gasos tòxics. Alguns materials de deixalleries poden, per si mateixos, ser tòxics.

5.7.2.6 – Edat

La manera més senzilla de datar una abocador d'aquestes característiques és amb la localització d'antics diaris, revistes i calendaris, que proporcionarà una indicació de l'edat màxima del dipòsit.

5.7.3 – Efectes dels reompliments antròpics en roques i sòls adjacents

Els líquids industrials, lixiviats formats de l'escolament o l'aigua de la pluja a través del reompliment, i altres líquids en solució, poden filtrar-se en roques i sòls adjacents. La reacció resultant o la seva precipitació en la roca o sòl *in situ* pot provocar grans alteracions, de la seva composició original.

6. Resultats i Discussió

6.1 – Descripció de la testificació

6.1.1 – Sondeigs SA i SD (Plaça de la Gardunya)

Els sondeigs SA i SD es situen morfològicament a la part baixa del Pla de Barcelona, en l'interfluvi entre els antics torrents de la riera de Collserola a l'est, i el torrent de la Creu d'en Malla al cantó oest.

En aquesta zona els materials aflorants del Pla de Barcelona, que es troben sovint coberts per rebliments antròpics, són sediments dels dipòsits de la plana de *Peudemont* (argiles, llims, crostes calcàries i graves i sorres de pissarra), formats en parts distals de cons de dejecció d'edat Plistocena (Quaternari antic).

Les unitats litoestratigràfiques que s'han diferenciat, de base a sostre, a la vertical de la Plaça de la Gardunya en els sondeigs SA i SD, són les següents (Annex A.1 i A.2):

- Miocè Mig Deltaic
- Quaternari Al·luvial (Plistocè)
- Rebliment Antròpic

Miocè Mig Deltaic

Aquesta unitat es troba des de la base dels sondeigs, a 60 metres per SA i 55 metres per SD, fins al contacte amb el Quaternari, situat entre 32 i 33 metres de profunditat. Està format principalment per passades de diferent potència de sorres fines, a grolleres, de coloracions clares (ocres a marró clar). Aquestes sorres es presenten amb una selecció de bona a moderada; ocasionalment poden presentar matriu argilosa, algun còdol de quars o restes de bivalves. Localment, hi ha alguna passada de gres cimentat, tot i que la cimentació es escassa i generalment nodulosa; la mineralogia del ciment és carbonàtica (Annex B.5).

En mig d'aquesta unitat sorrenca, es troba una passada més argilosa. Al sondeig SA, la seva base se situa a 52'8 metres de profunditat, i presenta una potència de 6'8 metres. Al sondeig SD, la seva base se situa a 45'0 metres de profunditat, i presenta una potència de 11'5 metres. Aquesta unitat està formada per un nivell d'argila gris molt cohesiva amb presència de fòssils a la base; i llims ocres amb alguna passada de sorra fina ocasionalment cimentada al sostre.

Els materials d'aquesta unitat es correlacionen amb el Miocè Mig Deltaic de la muntanya de Montjuïc, concretament amb la Unitat del Castell dipositada en un ambient de front deltaic (Parcerisa, 2002).

Quaternari Al·luvial (Plistocè)

Aquesta unitat es pot dividir en dues subunitats, una formada per gresos i graves a la base, i una altra més argilosa al sostre.

La base del Quaternari és constituïda per una capa de 2 metres d'argiles amb abundants còdols (alguns d'ells retreballats del Miocè infrajacent, Annex B.5).

Pel damunt d'aquestes argiles, entre 30'6 i 23'5 metres a SA i entre 33'5 i 16'5 a SD, la granulometria augmenta considerablement. Es detecten nivells de bretxes i graves de coloracions fosques (marró a vermellós) a la base, a sorra mitja al sostre de color marró a ocre. Forma un conjunt mal seleccionat en el que alternen graves amb còdols rodats de pissarra i quars i sorres amb una matriu fina llimosa/argilosa, o bé presentar-se de forma més neta. A 28 metres de profunditat a SA i a 30 metres de profunditat a SD, s'hi troba una passada d'un metre de potència, de sediments més argilosos de color marró clar. Aquests materials s'interpreten com dipòsits de canals al·luvials (Casassas i Riba, 1992).

Per damunt d'aquests dipòsits de canal hi ha uns 20 metres de sediments argilosos, llimosos amb algun còdol de pissarra. Aquests sediments formen cicles d'argiles i llims de coloració marró fosc a la base, passant a coloracions més clares cap al sostre. Sovint la part alta dels cicles és formada per crostes calcàries i nòduls de calitxe. Aquests cicles són coneguts popularment com el "tricicle" i són dipòsits de desbordament formats en un ambient al·luvial (Cassassas i Riba, 1992).

Rebliment Antròpic

Finalment, els dos últims metres de sondeig, els forma el sòl antròpic. Aquests materials estan constituïts per una barreja heterogènia d'argiles, sorres i graves, amb restes de runams (armadures, cendres, totxanes, fibres, ceràmica, formigó...).

Arran de l'explicació anterior, les unitats geotècniques proposades pels materials de les unitats de subsòl de la zona de la Plaça de la Gardunya són les següents:

- Unitat granular de sorres i graves del Miocè Mig Deltaic
- Unitat de sediments cohesius del Miocè Mig Deltaic
- Unitat granular de sorres i graves del Quaternari (Plistocè)
- Unitat de sediments cohesius del Quaternari (Plistocè)
- Rebliment Antròpic

6.1.2 – Sondeig L2 63 (Zona Franca)

El sondeig L2 63 morfològicament se situa a l'oest de la muntanya de Montjuïc i a la part baixa del Pla de Barcelona.

En aquesta zona els materials del Pla de Barcelona que es troben al sòl, són sediments dels dipòsits litorals, deltaics i fluvials (llims, argiles, sorres i graves) pertanyents, en aquest cas, a sediments del delta del riu Llobregat, dipositats durant el Quaternari recent (Holocè).

Les unitats litoestratigràfiques que s'han diferenciat, de base a sostre, a la vertical del c/ del Foc, en el sondeig L2 63 són les següents (Annex A.3):

- Miocè Mig Deltaic
- Quaternari Deltaic (Holocè)

Miocè Mig Deltaic

El Miocè Mig del sondeig L2 63 es divideix en dos trams: un tram inferior format essencialment per sorres entre 70 i 55 metres de profunditat i un tram superior format per argiles i llims entre 55 i 47 metres de profunditat.

El tram inferior, les sorres tenen, en general, una granulometria fina a mitja i una bona selecció i s'organitzen en forma de capes d'ordre mètric, en alguns trams les sorres alternen amb capes de grava, on els còdols són essencialment de quars i de pissarra.

El tram superior és molt homogeni i està format per argiles i llims de color gris, excepte la base i el sostre que són de color ocre degut a l'alteració meteòrica. Cap al metre 51 hi ha un nivell de llim a sorra fina ben cimentat. Tot aquest tram és ric en fòssils de bivalves (*ostreids*), gasteròpodes (*turritelles*) i foraminífers (Annex B.5).

Aquesta unitat s'interpreta com una part de la Unitat del Castell del Miocè Mig Deltaic de la muntanya de Montjuïc i es correlaciona amb la Unitat del Castell (Parcerisa, 1999).

Quaternari Deltaic (Holocè)

Per sobre del Miocè, a partir de 47'2 metres hi ha el Quaternari. Aquest, és format per un conjunt de nivells amb intercalacions de capes de granulometries que varien des de sorres fines fins a graves. La majoria de sorres i graves que apareixen en aquesta unitat presenten una matriu fina (llimosa/argilosa) i en general estan mal seleccionades i són de color marró. Composicionalment els còdols són de quars, pissarra i algun fragment de gresos del Miocè. El perfil més habitual al llarg d'aquesta unitat és el d'elements grollers sobre matrius més fines. En ocasions es poden presentar restes fòssils i alguna passada de grava.

Els 25 metres més superficials d'aquest sondeig s'han realitzat en destrossa. Per això no es tenen dades de les unitats (possiblement *Quaternari deltaic* i *reblert antròpic*) que compon aquesta potència.

Els materials Quaternaris s'interpreta que corresponen a sediments de plana deltaica del delta subactual del Llobregat (Holocè) (Marquès, 1984).

Tenint en compte les característiques dels materials d'aquest sondeig, les unitats geotècniques proposades són les següents:

- Unitat granular de sorres i graves del Miocè Mig Deltaic
- Unitat de sediments cohesius del Miocè Mig Deltaic
- Unitat granular de sorres i graves del Quaternari Deltaic (Holocè)

6.1.3 – Sondeig AMT (Plaça Europa)

El sondeig AMT, igual que en el cas del sondeig L2 63, morfològicament es situa a la part oest de la muntanya de Montjuïc, a la part baixa del Pla de Barcelona.

En aquesta zona els materials del Pla de Barcelona que es troben al sòl, són sediments dels dipòsits litorals, deltaics i fluvials (llims, argiles, sorres i graves) pertanyents, en aquest cas, a sediments del delta del riu Llobregat, dipositats durant el Quaternari recent (Holocè).

Les unitats litoestratigràfiques que s'han diferenciat, de base a sostre, a la vertical del c/ Amadeu Torné de la Zona Franca, en el sondeig AMT són les següents (Annex A.4):

- Triàsic Inferior (*Buntsandstein*)
- Quaternari Deltaic (Holocè)
- Reblert Antròpic

Triàsic Inferior (Buntsandstein)

La base d'aquest sondeig es formada per uns 12 metres de gres de color vermell a rosat/blanquinós. Aquest gres té una granulometria fina a mitja i està format per grans de quars amb un ciment ferruginós. La concentració d'òxids de ferro li dona la intensitat de la coloració. La presència de laminació encreuada és una de les principals característiques d'aquest nivell. Eventualment hi ha alguna passada de micro-conglomerat (a 23 metres). Hi ha la presència d'algun còdol esporàdic de quars.

El sostre d'aquesta unitat té un aspecte desgastat, delatant una antiga superfície d'exposició. També s'identifiquen trams amb diferents nivells de fracturació al llarg de la unitat; en ocasions, aquestes fractures es troben tapissades per fang.

Les característiques observades en aquesta unitat i l'anàlisi petrològica (Annex B.5) indiquen que es tracta de *quarsarenita* del *Buntsandstein* (Gómez-Gras, 1993).

Quaternari Deltaic (Holocè)

Aquesta unitat està formada per tres nivells de granulometria ben diferenciada.

La base està formada per una capa de 5'6 metres de potència de sorra fina a mitja que en general està ben seleccionada, de color gris a ocre. Composicionalment hi apareixen còdols de Miocè retreballat (Annex B.5), de quars i fòssils. Localment hi ha algun nivell centimètric de grava matriu argilosa, els còdols són essencialment de quars i de txert.

A la part central d'aquesta unitat hi ha un nivell de 5'6 metres de potència de graves molt ben seleccionades amb còdols de quars de diferents coloracions. La moda d'aquests sediments és aproximadament un centímetre de diàmetre. Localment es troba algun còdol més gran.

El sostre és format per una unitat molt homogènia de 3'4 metres de potència d'argila de color marró amb alguna passada eventual de color més fosc (negre). S'ha detectat la presència de fòssils (*gasteròpodes*) i restes vegetals.

Aquests materials Quaternaris s'interpreta que corresponen a sediments de dipòsits de plana deltaica del Quaternari Deltaic subactual (Marquès, 1984).

Rebliment Antròpic

Finalment trobem la última unitat del sondeig, de 1'8 metres de potència. En aquest nivell, els materials estan constituïts per una barreja heterogènia d'argiles, sorres i graves, amb restes de runams d'origen antròpic (armadures, cendres, totxanes, fibres, ceràmica, formigó...).

La resta de material que manca per arribar a la superfície (1'2 metres de potència), correspon a una cata realitzada prèviament al sondeig per evitar la intersecció de serveis.

Tenint en compte les característiques descrites, les unitats geotècniques proposades són les següents:

- Unitat de gresos del Triàsic Inferior (*Buntsandstein*)
- Unitat granular de sorres i graves del Quaternari Deltaic (Holocè)
- Unitat de sediments cohesius del Quaternari Deltaic (Holocè)
- Rebliment Antròpic

RESUM DELS RESULTATS

Sondeig	Assaigs de laboratori				
	LA	E	G	Lp	SPT*
SA	8	-	11	4	23
SD	-	3	-	-	25
AMT	1	-	3	2	-
L2 63	1	-	4	2	-
total	10	3	18	8	48

* Dades facilitades per l'empresa Bosch&Ventayol

LA = Límits Atterberg

Lp = Làmina Prima

E = Assaig Edomètric

SPT = Assaig de Penetració Estàndar

G = Granulometria

UNITATS GRANULARS									
Id	PROF.	MATERIAL	EDAT	> 2mm	2 a 0,08 mm	< 0,08	Cu	Cc	USCS
SA-02	57,7	Sorra mitja-grollera ocre	Miocè	0,66	92,16	7,2	2,4	1,1	SP
SA-04	54,6	Sorra mitja-fina ocre	Miocè	12,86	79,63	7,5	3,2	1,1	SP
SA-08	44,1	Sorra fina ocre amb nòduls	Miocè	0,14	90,61	9,3	3,1	1,4	SP
SA-09	36,6	Sorra mitja ocre	Miocè	0,28	91,76	8,0	2,4	1,0	SP
SA-11	32,1	Sorra marró clar	Q. Plistocè	37,69	55,03	7,3	17,3	1,5	SP
SA-13	26,8	Sorra mitja-grollera vermella	Q. Plistocè	29,02	68,21	2,8	4,3	0,8	SP
SA-14	26,5	Sorra grollera cong ocre	Q. Plistocè	51,68	45,93	2,4	8,9	0,8	SP
SA-15	24,8	Sorra mitja ocre	Q. Plistocè	63,89	32,72	3,4	20,0	1,3	SW
SA-16	23,3	Sorra fina marró clar	Q. Plistocè	12,87	80,80	6,3	6,8	1,0	SP
SA-17	18,8	Sorra fina marró clar	Q. Plistocè	43,20	49,52	7,3	19,6	1,5	SP
SA-19	15,8	Sorra fina marró clar	Q. Plistocè	38,41	55,47	6,1	11,5	1,7	SP
AMT-3	17,0	Sorra grollera gris	Q. Holocè	48,64	42,41	9,0	50,0	0,1	SW
AMT-4	12,1	Sorra fina marró	Q. Holocè	9,12	81,49	9,4	2,9	0,9	SP
AMT-5	11,0	Grava de colors	Q. Holocè	89,66	8,91	1,4	2,2	0,9	SP
L2-63	69,0	Sorra fina blanquinosa	Miocè	0,04	93,69	6,3	2,9	1,4	SP
L2-63	66,0	Sorra mitja marró clar	Miocè	0,00	96,54	3,5	2,5	0,9	SP
L2-63	61,5	Sorra fina ocre	Miocè	0,44	87,31	12,3	3,9	1,4	SP
L2-63	59,7	Sorra mitja ocre	Miocè	2,92	90,76	6,3	2,3	0,9	SP

Id	PROF.	MATERIAL	EDAT	Cc'	Cs	Em (2MPa)
SD-01	46,3	Sorra mitja ocre	Miocè	0,0978	0,0118	14,1754

UNITATS COHESIVES							
Id	PROF.	MATERIAL	EDAT	LL	LP	IP	USCS
SA-07	50,1	Argila gris	Miocè	34,6	20,0	14,6	CL
SA-12	27,8	Argila marró clar	Q. Plistocè	32,7	19,4	13,3	CL
SA-18	17,5	Argila marró clar	Q. Plistocè	42,4	21,0	21,4	CL
SA-20	14,4	Argila marró clar	Q. Plistocè	46,6	21,1	25,5	CL
SA-21	13,0	Argila marró clar	Q. Plistocè	33,9	19,4	14,5	CL
SA-22	11,2	Argila marró clar	Q. Plistocè	35,0	18,9	16,1	CL
SA-23	8,2	Argila vermellosa	Q. Plistocè	33,1	18,2	14,9	CL
SA-24	5,3	Argila marró clar	Q. Plistocè	32,1	15,9	16,2	CL
AMT-6	5,3	Argila gris	Q. Holocè	63,7	27,5	36,2	CH
L2-63	47,5	Argila marró-blanca	Miocè	41,0	22,7	18,3	CL

Id	PROF.	MATERIAL	EDAT	Cc'	Cs	Em (2MPa)
SD-02	40,6	Argila gris/negre	Miocè	0,1295	0,0531	15,0488
SD-03	37,3	Argila ocre	Miocè	0,0991	0,0192	18,6124

Taula 6.1 Granulometria i límits d'Atterberg dels materials granulars i dels materials cohesius. Id: identificador de la mostra. > 2mm: partícules amb tamanyos majors de 2 mm. 2 a 0,08: partícules amb tamanyos compresos entre 2 i 0,08 mm. < 0,08: partícules amb tamanyos inferiors a 0,08 mm. Cu: coeficient d'uniformitat. Cc: coeficient de curvatura. Cc': coeficient de compressió. Cs: coeficient d'inflament. Em (2MPa): mòdul edomètric a 2MPa de pressió. LL: límit líquid. LP: límit plàstic. IP: índex de plasticitat USCS: grups del sistema unificat de classificació de sòls.

6.2 – Descripció de les unitats geotècniques proposades

6.2.1 – Unitat de gresos del Triàsic Inferior (*Buntsandstein*)

Aquesta unitat geotècnica surt exclusivament a la base del sondeig anomenat AMT, situat a l'Hospitalet de Llobregat. Aquesta unitat es troba ocupant la part inferior d'aquest sondeig i presenta una potència de 11'4 metres. Tot i això no s'ha arribat a la seva base.

Es tracta d'una unitat rocosa ben cimentada, que presenta diferents discontinuïtats, algunes tapissades per fang, al llarg de l'estructura estudiada. Presenta una coloració vermellosa a rosada en funció de la concentració d'òxids de ferro.

D'aquesta unitat s'ha realitzat una làmina prima (AMT-1; Annex B.5). Petrogràficament s'ha determinat que es tracta de *Quarsarenita* pertanyent a les fàcies del *Buntsandstein* (Gómez-Gras, 1993).

Per tal de completar la caracterització d'aquesta unitat rocosa una vegada descrit el nom de la roca així com les seves principals propietats materials (color, textura, tamany i forma de gra, porositat, grau de meteorització, etc), caldria determinar les principals propietats mecàniques de la roca i del massís rocós com per exemple la seva resistència a la compressió uniaxial, estructura, les discontinuïtats: orientació, espaiament, continuïtat, rugositat, obertura, si estan reomplertes i les característiques d'aquest material, si tenen circulació d'aigua i les característiques d'aquesta filtració com per exemple el cabal, si es pot establir un patró de famílies de discontinuïtats que determinin l'estructura dels blocs del massís rocós, etc.

Encara que no s'ha fet un assaig de compressió uniaxial, les característiques petrogràfiques (*quarsarenita* compacte i cimentada per quars) indiquen que es tracta d'un material amb una forta resistència.

6.2.2 – Unitat granular de sorres i graves del Miocè Mig Deltaic

Aquesta unitat geotècnica surt a diferents sondeigs. Concretament es presenta a la base dels sondeigs SA, SD i L2 63. Situats a la Plaça de la Gardunya en el cas dels sondeigs SA i SD, i a la Zona Franca en els cas del sondeig L2 63. En el Cas del sondeig SA presenta una potència de 27'5 metres amb una passada més cohesiva al mig; en el sondeig SD presenta una potència de 10'2 metres; finalment en el sondeig L2 63 es manifesta en un gruix de 14'6 metres. Tot i això, en cap cas, s'ha arribat a la base d'aquesta unitat.

Aquesta unitat, encara que manifestada en diferents potències al llarg dels sondeigs on es presenta, està constituïda per un sòl format generalment, per materials sorrenca fins a grollers amb matriu argilosa/llimosa amb intercalacions de passades més o menys importants de materials més cohesius. Es tracta d'una unitat sorrenca, mal graduada de coloracions marró

a ocre; ocasionalment hi ha presència de fòssils, elements més grollers (graves i còdols) i nòduls carbonàtics.

En aquesta unitat s'ha efectuat un assaig de consolidació unidimensional en edòmetre. Concretament, correspon a la mostra SD-01 del sondeig SD (Taula 3.1, Taula 6.1 i Annex B.3), situada a una profunditat de 46'3 metres respecte la superfície. S'han obtingut els següents paràmetres:

Coeficient de compressibilitat, $C_c = 0'098$

Coeficient d'inflament, $C_s = 0'012$

Mòdul edomètric (a 2 MPa), $E_m = 14'17$

Segons la Taula 3.4 (Bell, 1992), una mostra amb un coeficient de compressió entre 0'15 i 0'075 correspon a un grau de compressibilitat mig.

En aquest nivell, també s'han mostrejat i analitzat vuit mostres per al seu estudi granulomètric. Concretament corresponen a les mostres SA-02, SA-04, SA-08, SA-09, L2 63 (69'0), L2 63 (66'0), L2 63 (61'5) i L2 63 (59'7) (Taula 3.1, Taula 6.1 i Annex B.1). Obtenint els següents paràmetres:

Valor màxim del coeficient d'uniformitat, $C_{cM} = 3'9$

Valor mínim del coeficient d'uniformitat, $C_{cm} = 2'3$

Mitjana del coeficient d'uniformitat, $C_c = 2'7$

Desviació estàndard del coeficient d'uniformitat, $S = 0'55$

Segons la Taula 3.3 (González de Vallejo, *et al.*, 2002) una mostra amb un coeficient d'uniformitat (C_c) inferior a 5, es pot caracteritzar com a un sòl uniforme. Per tant, en la classificació USCS (Taula 5.11), permet classificar aquestes sorres com un sòl SP (sorres mal graduades, sorres amb pocs fins o sense fins).

S'ha realitzat una caracterització petrogràfica de les porcions de sòl cimentades d'aquesta unitat (mostres SA-01, SA-03, SA-05, SA-10 i AMT-2; Annex B.5). Petrogràficament s'ha determinat, respectivament a les mostres analitzades, que es tracta de *sublitarenita* a *subarcosa*, *sublitarenita*, *subarcosa*, *litarenita* i *sublitarenita* a *litarenita*; els nivells cimentats en aquests sondeigs formen petites capes i nòduls (centimètrics) que no tenen gaire incidència en el comportament mecànic del sòl. Tot i així, en altres àrees, aquesta unitat pot estar completament cimentada (silicificada) de manera que s'hauria de tractar com una unitat rocosa (Parcerisa *et al.*, *In press*).

S'ha pogut accedir a les dades dels assaigs SPT (Figura 6.1), dels sondeigs SA i SD, realitzats en el moment d'efectuar el sondeig (Annex B.4, dades facilitades per l'empresa Bosch&Ventayol). Malgrat tot, caldria aplicar-hi les correccions corresponents per tal de poder-les correlacionar amb altres paràmetres geotècnics. Per a aquesta unitat, s'han realitzat 9 assaigs SPT.

Sis assaigs SPT s'han realitzat en el sondeig SA donant:

Valor Màxim = 74 cops

Valor mínim = 68 cops

Rebuigs (4); representats amb 100 cops

Mitjana = 90'3 cops amb una desviació estàndard de 15'1.

En el sondeig SD, s'han realitzat 3 assaigs; tots tres, han donat un resultat de *rebuig* i que s'han representat amb un valor de 100.

La mitjana ponderada per aquesta unitat geotècnica és de 93'5 cops.

Segons la classificació dels sòls a través de l'assaig SPT (Dearman, 1991), un sòl amb un valor superior a 50 cops es classificarà com a un sòl molt dens.

Per tal de completar la caracterització d'aquesta unitat de sòl, una vegada descrites les característiques principals (color, textura, etc.), es podria complementar la descripció anterior amb la humitat natural (UNE 103 300/93), assaigs de permeabilitat (Lefranc/Lugeon), contingut de sulfats (UNE 103 201/96), contingut de matèria orgànica (UNE 103 204/93), densitat d'un sòl (UNE 103 301/94), compressió simple (UNE 103 400/93) i tall directe (UNE 103 400/98), obtenint paràmetres importants del sòl, per exemple la cohesió (c) i l'angle de fregament intern (Φ) en aquest últim cas. (Per el cas d'aquest estudi molts assaigs no s'han dut a terme per la problemàtica d'obtenir mostres inalterades dels sondeigs). També caldria caracteritzar paràmetres més generals de la unitat com serien la descripció de l'estructura general, les discontinuïtats i la possible existència d'alteracions meteòriques.

6.2.3 – Unitat de sediments cohesius del Miocè Mig Deltaic

Aquesta unitat geotècnica es troba a diferents sondeigs. Concretament es presenta per davant de la Unitat granular de sorres i graves del Miocè Mig Deltaic dels sondeigs SD i L2 63 i com una intercalació de 12'2 metres de potència en la unitat granular del sondeig SA. En el cas del sondeig SD presenta una potència de 11'5 metres i en el sondeig L2 63 té un gruix de 8'2 metres. En tots els casos, s'ha travessat la totalitat d'aquesta unitat.

Aquesta unitat, té una potència uniforme al llarg dels sondeigs on es presenta, està constituïda generalment, per materials fins amb alguna passada esporàdica de sediments més

grollers, habitualment sorres fines. Es tracta d'una unitat cohesiva, de coloracions gris/negre a ocre; ocasionalment hi ha presència de fòssils, elements més grollers (graves i còdols), nòduls carbonàtics i cimentacions.

En aquesta unitat s'han efectuat dos assaig de consolidació unidimensional en edòmetre. Concretament, corresponen a les mostres SD-02 i SD-03 del sondeig SD (Taula 3.1, Taula 6.1 i Annex B.3). S'han obtingut els següents paràmetres:

Coeficient de compressibilitat, $C_{cSD-02} = 0'129$

Coeficient de compressibilitat, $C_{cSD-03} = 0'099$

Coeficient d'inflament, $C_{sSD-02} = 0'053$

Coeficient d'inflament, $C_{sSD-03} = 0'019$

Mòdul edomètric (a 2 MPa), $E_{mSD-02} = 15'05$

Mòdul edomètric (a 2 MPa), $E_{mSD-03} = 18'61$

Segons la Taula 3.4 (Bell, 1992), una mostra amb un coeficient de compressió entre 0,15 i 0,075 correspon a un grau de compressibilitat mig. Tot i així, s'observa que la mostra SD-02, corresponent a argiles grises, és la que té uns índex de compressibilitat i d'inflament més elevats, per tant podria donar problemes d'assentaments.

En aquest nivell, degut al tamany de partícula dels sediments que el componen, no s'han portat a terme assaigs granulomètrics.

En aquesta unitat, s'ha pres dues mostres (L2 63 (47'5) i SA-07; Taula 3.1 i Taula 6.1), per a la determinació dels límits d'Atterberg (Annex B.2). En el laboratori s'han obtingut els següents paràmetres:

Mitjana del límit líquid = 37'8

Mitjana del límit plàstic = 21'3

Mitjana de l'índex de plasticitat = 16'4

Segons els termes de plasticitat (Dearman, 1991; Taules 5.13 i 5.14), un sòl amb un límit líquid entre 35 i 50, indica que es tracta d'un sòl moderadament plàstic. I a l'hora, tenint en compte l'assaig per determinar el límit plàstic de la mostra, un sòl amb un índex de plasticitat entre 7 i 17 unitats és indicatiu d'un sòl moderadament plàstic. Com a conseqüència de tot això, el sediment assajat es classifica com a CL segons la denominació USCS (Taula 5.11). Entenent, amb això, que tenim un sòl format per argiles inorgàniques de plasticitat baixa a mitja.

Al sondeig L2 63 hi ha una capa ben cimentada en mig d'aquesta unitat de la qual se n'ha analitzat i descrit una làmina prima (mostra L2 63 (51'0), Taula 3.1, Annex B.5). Petrogràficament s'ha determinat, que es tracta de *sublitarénita* amb fòssils. Per la seva poca potència, aquest nivell cimentat no té gaire importància quan a la caracterització geotècnica d'aquesta unitat.

De les dades dels assaigs SPT (Figura 6.1), dels sondeigs SA i SD, realitzats en el moment d'efectuar el sondeig (Annex B.4, dades facilitades per l'empresa Bosch&Ventayol), s'han realitzat 8 assaigs SPT entre ambdós sondeigs. Malgrat que per a poder relacionar els paràmetres geotècnics caldria aplicar-hi les correccions corresponents, per a aquesta unitat s'ha obtingut:

Dos assaigs SPT s'han realitzat en el sondeig SA donant:

Rebuigs (2); representats amb 100 cops

Mitjana = 100'0 cops amb una desviació estàndard de 0

En el sondeig SD, s'han realitzat 6 assaigs, donant:

Valor Màxim = 83 cops

Valor mínim = 36 cops

Rebuigs (2); representats amb 100 cops

Mitjana = 70'7 cops amb una desviació estàndard de 27'3

La mitjana ponderada per aquesta unitat geotècnica és de 78'0 cops.

Segons la classificació dels sòls a través de l'assaig SPT (Dearman, 1991; Taula 5.18), un sòl amb un valor superior a 50 cops es classificarà com a un sòl molt dens.

Per tal de completar la caracterització d'aquesta unitat de sòl, una vegada descrites les característiques principals (color, textura, etc.), es podria complementar la descripció anterior amb un anàlisi granulomètric de sòls fins per sedimentació (UNE 103 102/95), la humitat natural (UNE 103 300/93), assaigs de permeabilitat (Lefranc/Lugeon), contingut de sulfats (UNE 103 201/96), contingut de matèria orgànica (UNE 103 204/93), densitat d'un sòl (UNE 103 301/94), compressió simple (UNE 103 400/93) i tall directe (UNE 103 400/98), obtenint paràmetres importants del sòl, per exemple la cohesió (c) i l'angle de fregament intern (Φ) en aquest últim cas. L'assaig de tall directe no s'ha realitzat degut a la problemàtica d'obtenir mostres inalterades dels sondeigs.

A més caldria determinar els paràmetres més generals de la unitat com serien la descripció de l'estructura general, les discontinuïtats i l'existència d'alteracions meteòriques.

6.2.4 – Unitat granular de sorres i graves del Quaternari (Plistocè)

Aquesta unitat geotècnica apareix en els sondeigs SA i SD fossilitzant els sediments Miocens. En el sondeig SA presenta una potència de 9 metres i en el SD presenta una potència de 12 metres.

Aquesta unitat, està constituïda generalment, per sorres grolleres a microconglomerat amb alguna passada de sediments més cohesius (llims i argiles). En general però, es tracta d'una unitat sorrenca mal seleccionada.

En aquesta unitat, s'han mostrejat i analitzat quatre mostres per al seu estudi granulomètric. Corresponen a les mostres SA-11, SA-13, SA-14 i SA-15 (Taula 3.1, Taula 6.1 i Annex B.1). Obtenint els següents paràmetres:

Valor màxim del coeficient d'uniformitat, $Cc_M = 20'0$

Valor mínim del coeficient d'uniformitat, $Cc_m = 4'3$

Mitjana del coeficient d'uniformitat, $Cc = 13'1$

Desviació estàndard del coeficient d'uniformitat, $S = 7'3$

Segons la Taula 3.3 (González de Vallejo, *et al.*, 2002) una mostra amb un coeficient d'uniformitat (Cc) situat entre 20 i 5, es pot caracteritzar com un sòl poc uniforme, i un sòl amb un Cc superior a 20 es classifica com a sòl ben graduat. En observar els resultats de les mostres d'aquesta unitat emprades per a l'assaig granulomètric (Taula 6.1), veiem que hi ha una heterogeneïtat en els resultats, destacant la mostra SA-15 que presenta un Cc de 20'0.

Per tant en relació amb l'anterior, la classificació USCS (Taula 5.11), permet classificar totes aquestes sorres com un sòl SP (sorres mal graduades, sorres amb pocs fins o sense fins), a excepció de la mostra SA-15, que al tenir un Cc igual o superior a 20, es classifica com a sòl SW (sorres ben graduades; sorres amb pocs fins o sense fins).

En una de les passades més argilosa d'aquesta unitat, s'ha pres una mostra (SA-12, Taula 3.1 i Taula 6.1), per a la determinació dels límits d'Atterberg (Annex B.1). En el laboratori s'han obtingut els següents paràmetres:

Límit líquid = 32'7

Límit plàstic = 19'4

Índex de plasticitat = 13'3

Segons termes de plasticitat (Dearman, 1991; Taules 5.13 i 5.14), un sòl amb un límit líquid inferior a 35, indica que es tracta d'un sòl poc plàstic. I a l'hora, tenint en compte el límit plàstic de la mostra, un sòl amb un índex de plasticitat entre 7 i 17 unitats és indicatiu d'un sòl

moderadament plàstic. Com a conseqüència de tot això, el sediment assajat es classifica com a CL segons la denominació USCS (Taula 5.11).

De les dades dels assaigs SPT (Figura 6.1), dels sondeigs SA i SD, realitzats en el moment d'efectuar el sondeig (Annex B.4, dades facilitades per l'empresa Bosch&Ventayol), s'han realitzat 8 assaigs SPT entre ambdós sondeigs. Malgrat que per a poder relacionar els paràmetres geotècnics caldria aplicar-hi les correccions corresponents, per a aquesta unitat s'ha obtingut:

Sis assaigs SPT s'han realitzat en el sondeig SA donant:

Valor Màxim = 69 cops

Valor mínim = 15 cops

Rebuigs (1); representats amb 100 cops

Mitjana = 53,0 cops amb una desviació estàndard de 29,5.

En el sondeig SD, s'han realitzat 8 assaigs, donant:

Valor Màxim = 41 cops

Valor mínim = 10 cops

Rebuigs (0);

Mitjana = 24,1 cops amb una desviació estàndard de 10,2.

La mitjana ponderada per aquesta unitat geotècnica és de 36,5 cops.

Segons la classificació dels sòls a través de l'assaig SPT (Dearman, 1991), un sòl amb un valor entre 30 i 50 cops es classificarà com a un sòl dens.

Per tal de completar la caracterització d'aquesta unitat de sòl, una vegada descrites les característiques principals (color, textura, etc.), es podria complementar la descripció anterior amb assaigs edomètrics i làmina prima de mostres significatives, anàlisi granulomètric de sòls fins per sedimentació (UNE 103 102/95), la humitat natural (UNE 103 300/93), assaigs de permeabilitat (Lefranc/Lugeon), contingut de matèria orgànica (UNE 103 204/93), densitat d'un sòl (UNE 103 301/94), compressió simple (UNE 103 400/93) i tall directe (UNE 103 400/98), obtenint paràmetres importants del sòl, per exemple la cohesió (c) i l'angle de fregament intern (Φ) en aquest últim cas. Així com paràmetres més generals de la unitat com serien la descripció de l'estructura general, les discontinuïtats i les alteracions meteòriques.

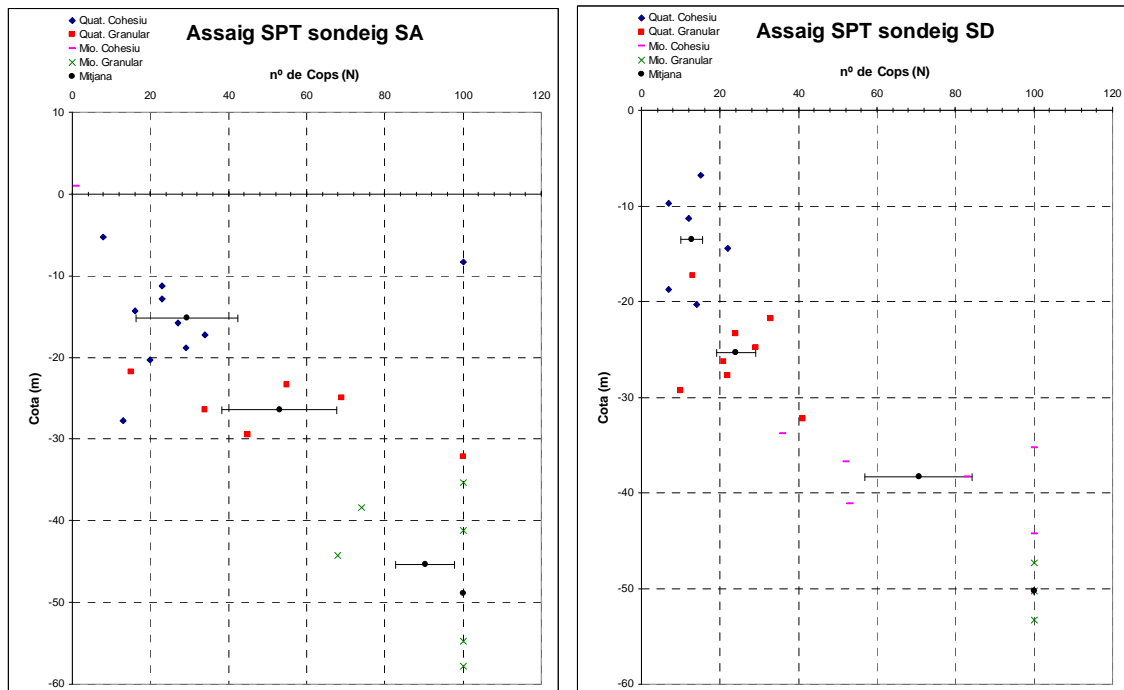


Figura 6.1 Gràfics dels assaigs SPT. Dades facilitades per l'empresa Bosch&Ventayol.

6.2.5 – Unitat de sediments cohesius del Quaternari (Plistocè)

Aquesta unitat geotècnica es presenta en els sondeigs SA i SD; en ambdós casos es troba fossilitzant els sediments granulars del Quaternari. Aquesta unitat té una potència de 21'5 m i 14'3 m respectivament. En tots dos sondeigs, es travessa la totalitat d'aquesta unitat geològica.

En aquesta unitat, s'han mostrejat i analitzat tres mostres per al seu estudi granulomètric. Concretament corresponen a les mostres SA-16, SA-17 i SA-19, (Taula 3.1, Taula 6.1 i Annex B.1). Obtenint els següents paràmetres:

Valor màxim del coeficient d'uniformitat, $Cc_M = 19'6$

Valor mínim del coeficient d'uniformitat, $Cc_m = 6'8$

Mitjana del coeficient d'uniformitat, $Cc = 11'5$

Desviació estàndard del coeficient d'uniformitat, $S = 6'5$

Segons la Taula 3.3 (González de Vallejo, *et al.*, 2002) una mostra amb un coeficient d'uniformitat (Cc) situat entre 20 i 5, es pot caracteritzar com un sòl poc uniforme. En observar els resultats de les mostres d'aquesta unitat emprades per a l'assaig granulomètric (Taula 6.1), veiem que hi ha una homogeneïtat en els resultats.

Per tant en relació amb l'anterior, la classificació USCS (Taula 5.11), permet classificar aquestes sorres com un sòl SP (sorres mal graduades, sorres amb pocs fins o sense fins).

Quan a la part argilosa d'aquesta unitat, s'han pres mostres (SA-18, SA-20, SA-21, SA-22, SA-23 i SA-24; Taula 3.1, Taula 6.1), per a la determinació dels límits d'Atterberg (Annex B.2). En el laboratori s'han obtingut els següents paràmetres:

Mitjana del límit líquid = 34'5
 Valor Màxim LL = 46'6
 Valor mínim LL = 32'1
 Desviació estàndard del límit líquid, S = 5'9
 Mitjana del límit plàstic = 19'2
 Valor Màxim LP = 21'1
 Valor mínim LP = 15'9
 Desviació estàndard del límit plàstic, S = 1'9
 Mitjana de l'índex de plasticitat = 16'2
 Valor Màxim IP = 25'5
 Valor mínim IP = 14'5
 Desviació estàndard de l'índex de plasticitat, S = 4'4

Segons els termes de plasticitat (Dearman, 1991; Taules 5.13 i 5.14), un sòl amb un límit líquid inferior a 35, indica que es tracta d'un sòl poc plàstic. I a l'hora, tenint en compte el límit plàstic de la mostra, un sòl amb un índex de plasticitat entre 7 i 17 unitats és indicatiu d'un sòl moderadament plàstic. Com a conseqüència de tot això, els sediments assajats es classifiquen com a CL segons la denominació USCS (Taula 5.11). Entenent, amb això, que tenim un sòl format per argiles inorgàniques de plasticitat baixa a mitja.

De les dades dels assaigs SPT (Figura 6.1), dels sondeigs SA i SD, realitzats en el moment d'efectuar el sondeig (Annex B.4, dades facilitades per l'empresa Bosch&Ventayol), s'han realitzat 16 assaigs SPT entre ambdós sondeigs. Malgrat que per a poder relacionar els paràmetres geotècnics caldria aplicar-hi les correccions corresponents, per a aquesta unitat s'ha obtingut:

Deu assaigs SPT s'han realitzat en el sondeig SA donant:
 Valor Màxim = 34 cops
 Valor mínim = 8 cops
Rebuigs (1); representats amb 100 cops
 Mitjana = 29'3 cops amb una desviació estàndard de 26'0

En el sondeig SD, s'han realitzat 6 assaigs, donant:
 Valor Màxim = 22 cops
 Valor mínim = 7 cops

Rebuigs (0);

Mitjana = 12'8 cops amb una desviació estàndard de 5'6

La mitjana ponderada per aquesta unitat geotècnica és de 23'1 cops.

Segons la classificació dels sòls a través de l'assaig SPT (Dearman, 1991), un sòl amb un valor entre 10 i 30 cops es classificarà com a un sòl de densitat mitja.

Per tal de completar la caracterització d'aquesta unitat de sòl, una vegada descrites les característiques principals (color, textura, etc.), es podria complementar la descripció anterior amb assaigs edomètrics i làmina prima de mostres significatives, la humitat natural (UNE 103 300/93), assaigs de permeabilitat (Lefranc/Lugeon), contingut de matèria orgànica (UNE 103 204/93), densitat d'un sòl (UNE 103 301/94), compressió simple (UNE 103 400/93) i tall directe (UNE 103 400/98), obtenint paràmetres importants del sòl, per exemple la cohesió (c) i l'angle de fregament intern (Φ) en aquest últim cas. Així com paràmetres més generals de la unitat com serien la descripció de l'estructura general, les discontinuïtats i les alteracions meteòriques.

6.2.6 – Unitat granular de sorres i graves del Quaternari Deltaic (Holocè)

Aquesta unitat geotècnica es presenta en els sondeigs L2 63 i AMT, on té una potència de 22'2 m i 11'2 m respectivament. En el sondeig AMT es veu la totalitat d'aquesta unitat, però en el sondeig L2 63 aquesta unitat es troba interrompuda per l'execució d'una destrossa fins a la cota de 25 m de profunditat.

En aquesta unitat, s'han mostrejat i analitzat tres mostres per al seu estudi granulomètric. Concretament corresponen a les mostres AMT-3, AMT-4 i AMT-5, (Taula 3.1, Taula 6.1 i Annex B.1). D'aquestes mostres se'n poden fer dos grups clarament diferenciats; per una banda s'analitzaran la sorra AMT-3; i per l'altra les dues restants. S'han obtingut els següents paràmetres:

Mostra AMT-3:

Ccoeficient d'uniformitat, $C_c = 50'0$

Segons la Taula 3.3 (González de Vallejo, *et al.*, 2002) una mostra amb un coeficient d'uniformitat (C_c) superior a 20, es pot caracteritzar com un sòl ben graduat. Per tant en relació amb l'anterior, la classificació USCS (Taula 5.11), permet classificar aquestes sorres com un sòl SW (sorres ben graduades; sorres amb pocs fins o sense fins).

Mostres AMT-4 i AMT-5:

Valor màxim del coeficient d'uniformitat, $C_{cM} = 2'9$

Valor mínim del coeficient d'uniformitat, $C_{cm} = 2'2$

Mitjana del coeficient d'uniformitat, $C_c = 2'6$

Desviació estàndard del coeficient d'uniformitat, $S = 0'5$

Segons la Taula 3.3 (González de Vallejo, *et al.*, 2002) una mostra amb un coeficient d'uniformitat (C_c) inferior a 5, es pot caracteritzar com un sòl uniforme. Per tant en relació amb l'anterior, la classificació USCS (Taula 5.11), permet classificar aquestes sorres com un sòl SP (sorres mal graduades, sorres amb pocs fins o sense fins).

Per tal de completar la caracterització d'aquesta unitat de sòl, una vegada descrites les característiques principals (color, textura, etc.), es podria complementar la descripció anterior amb assaigs edomètrics i làmina prima de mostres significatives, càlcul dels límits d'Atterberg, assaigs SPT, la humitat natural del sòl (UNE 103 300/93), assaigs de permeabilitat (Lefranc/Lugeon), contingut de matèria orgànica (UNE 103 204/93), densitat d'un sòl (UNE 103 301/94), compressió simple (UNE 103 400/93) i tall directe (UNE 103 400/98), obtenint paràmetres importants del sòl, per exemple la cohesió (c) i l'angle de fregament intern (Φ) en aquest últim cas. Així com paràmetres més generals de la unitat com serien la descripció de l'estructura general, les discontinuïtats i l'alteració meteòrica.

6.2.7 – Unitat de sediments cohesius del Quaternari Deltaic (Holocè)

Aquesta unitat geotècnica es presenta únicament al sondeig AMT; Aquesta unitat presenta una potència de 3'4 metres.

En aquesta unitat, s'ha mostrejat i analitzat una mostra pel seu estudi dels límits d'Atterberg. Concretament correspon a la mostra AMT-6 (Taula 3.1, Taula 6.1 i Annex B.2).

Així doncs, per a aquesta mostra s'han obtingut els següents paràmetres al laboratori:

Límit líquid = 63'7

Límit plàstic = 27'5

Índex de plasticitat = 36'2

Atenent a la classificació segons el límit líquid (Dearman, 1991; Taula 5.13), s'obté una argila altament plàstica i segons l'índex de plasticitat (Taula 5.13), s'obté una argila extremadament plàstica. Com a conseqüència de tot això, aquesta argila es classifica com a CH segons la denominació USCS (Taula 5.11). Entenent, amb això, que tenim un sòl format per argiles inorgàniques d'alta plasticitat.

6.2.8 – Rebliment Antròpic

Aquesta unitat es troba a tots els sondeigs estudiats a excepció del sondeig L2 63, en el que els primers 25 metres s'han realitzat a destrossa. En general es tracta d'un material no compactat, format per barreges heterogènies d'argiles, sorres i graves, amb restes de runa, per la qual cosa les seves característiques geotècniques són clarament baixes.

La seva baixa resistència queda palesa en el resultat dels assaigs SPT efectuats en el sondeig SD que és on més gruix de reblert s'ha detectat (6,2 m), on s'ha obtingut uns valors $N = 7$ i 11 . Quedant classificat com a un sòl tou (Daerman, 1991; Taula 5.18).

En general, mitjançant la inspecció visual i olfactiva, no s'associen a aquests materials possibles indicis de contaminació. Tanmateix en el sondeig SD, s'han detectat coloracions grises i negres, i també una certa olor a possibles restes de matèria orgànica. Caldria realitzar assaigs per tal de comprovar aquests paràmetres.

Cal destacar que en ocasions (sondeigs SA i SD) s'han perforat blocs de gres de fins a 40 cm de diàmetre que es poden associar a antigues fonamentacions. Es tracta de pedra de gres de Montjuïc, àmpliament utilitzada en el passat.

7. Conclusions

En la memòria anterior, s'han descrit i caracteritzat diverses unitats geotècniques del subsòl del Pla de Barcelona. En algunes d'aquestes unitats s'han realitzat assaigs granulomètrics, límits d'Atterberg, edomètrics, s'ha treballat amb les dades facilitades dels assaigs SPT i s'han analitzat i descrit diferents mostres petrològiques en làmina prima. Amb tot aquest treball de laboratori s'ha obtingut una sèrie de paràmetres amb els que s'ha arribat a les següents conclusions:

La Unitat de gresos del Triàsic Inferior (*Buntsandstein*), es tracta d'una unitat rocosa en mig del subsòl del Pla de Barcelona. Aquesta unitat tindrà un comportament geotècnic completament diferent a la resta de materials que l'envolten. Un clar exemple n'és la seva resistència i les repercussions que això pot tenir en infraestructures d'obra civil a la ciutat. En aquest sentit seria molt important, en el futur delimitar correctament la geometria d'aquesta unitat i les seves característiques mecàniques.

La Unitat granular de sorres i graves del Miocè Mig Deltaic s'ha detallat a l'àrea de Ciutat Vella de manera que es pot dir que el Miocè Mig de Montjuïc s'estén cap al nord. Generalment, aquesta unitat és un sòl, però conté alguns nivells de poca potència cimentats. Generalment la cimentació és en forma de nòduls centimètrics i no afecta de forma significativa a les propietats mecàniques de la unitat. Aquesta és una unitat de sorres mal graduades, molt denses i amb una compressibilitat moderada, aquestes característiques el converteixen en un nivell adequat per el recolzament de fonaments, cosa que fins ara no havia estat remarcada en els estudis anteriors de la geologia d'aquesta unitat.

La Unitat de sediments cohesius del Miocè Mig Deltaic s'ha detallat a l'àrea de Ciutat Vella i a la Zona Franca. Els assaig SPT delaten que és una unitat molt cohesiva, ja que en 50% d'aquests assaigs s'han estimat com a *rebuig* (amb un valor de 100 cops). Els assaigs edomètrics d'aquesta unitat, han revelat que en aquests sediments de plasticitat moderada, existeixen índex de compressibilitat i inflament elevats, i que això podria comportar certs problemes d'assentament en realitzar obra civil en el seu damunt.

La Unitat granular de sorres i graves, així com la unitat de sediments cohesius del Quaternari (Plistocè), han estat detectats i analitzats únicament a Ciutat Vella. Els assaigs SPT han deixat constància que al subsòl d'aquesta zona del Pla de Barcelona, aquests sediments Quaternaris, en comparació amb els sediments subjacents del Miocè, són d'una densitat menor. Per tant, no és recomanable que aquestes unitats suportin fonamentacions.

La Unitat granular de sorres i graves del Quaternari Deltaic (Holocè), es troba a subsòl de la Zona Franca i Plaça Europa, i pot presentar passades de sòl uniforme amb alternances de sòl ben graduat.

A la Unitat de sediments cohesius del Quaternari Deltaic (Holocè), localitzada en els sondeigs de Plaça Europa, s'ha determinat que és un sòl argilós amb una plasticitat molt elevada en comparació amb les altres unitats. Encara que, s'hagi arribat a aquesta conclusió, caldria realitzar més sondeigs i assaigs per comprovar les dimensions i geometria d'aquesta unitat i si tota aquesta es comporta de la mateixa manera, ja que de ser així en aquesta zona podrien aparèixer problemes de subsidència a les infraestructures.

Finalment, del rebliment antròpic destacar-ne la seva poca resistència, detectada a través dels assaigs SPT, així com la seva composició variada.

Cal remarcar que caldria continuar i ampliar aquest estudi per a determinar d'una forma més completa les propietats mecàniques de cada unitat, ja que en ocasions s'ha disposat de poques mostres o bé, no s'ha pogut disposar de mostres inalterades, per a la realització dels diferents assaigs.

La identificació, caracterització i cartografia de les unitats geotècniques del Pla de Barcelona hauria de ser una de les tasques a realitzar en els propers anys. Disposar d'una cartografia geotècnica implicaria la possibilitat de tenir una eina molt potent per completar la tasca dels futurs projectes d'Enginyeria Civil de la Ciutat de Barcelona.

8. Bibliografia

- AENOR**, 2002. Geotecnia: Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Ensayos de campo y de laboratorio. Normas UNE.
- Almera, J.**, 1891. Mapa geológico-topográfico de la provincia de Barcelona. Región I o de contornos de la capital. Escala 1:40.000. 1ª, Barcelona.
- Bell, F. G.**, 1992. Engineering properties of soils & rocks. Butterworth Heinemann Ltd. Oxford. 345 pp.
- Casassas, L. i Riba, O.**, 1992. Morfologia de la rambla Barcelonina. Treballs de la Societat Catalana de Geografia, 33-34(VII): 9-23.
- Cabrera, L.**, 1979. Estudio estratigráfico y sedimentológico de los depósitos continentales basales del Mioceno de la depresión del Vallès-Penedès. Tesis de Licenciatura, Dpt. d'Estratigrafia i Geologia Històrica, Universitat de Barcelona, 361 pp.
- Dearman, W.R.**, 1991. Engineering Geological Mapping. Butterworths advanced series in geotechnical engineering. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford, 387 pp.
- Deere, D.U.**, 1963. Technical description of rock cores. *Rock Mechanics and Engineering Geology*, 1, 16 – 22.
- Enrique, P.**, 1990. The Hercynian intrusive rocks of the Catalan Coastal Ranges (NE Spain). *Acta Geol. Hisp.*, 25, 39-64.
- Ferrer, M. i González de Vallejo, L.**, 1999. Manual para la Descripción de Campo de Macizos Rocosos. Instituto Geológico y Minero de España, 135 pp.
- Folk, R. L.**, 1968. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill, Austin, tx, 107pp.
- Fontboté, J.M.**, 1954. Las relaciones tectónicas de la depresión del Vallés-Penedés con la Cordillera Prelitoral Catalana y con la Depresión del Ebro, Tomo homenaje Prof. E. Hernández Pacheco. . Real Sociedad Española de Historia Natural, Madrid, pp. 281-310.

- Fontboté, J.M., Guimerà, J., Roca, E., Sàbat, F., Santanach, P. i Fernández-Ortigosa, F.,** 1990. The Cenozoic geodynamic evolution of the Valencia trough (western Mediterranean). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 3, 249-259.
- Gàmez, D.,** 2007. Sequence Stratigraphy as a tool for water resources management in alluvial coastal aquifers: application to the Llobregat delta (Barcelona, Spain). Tesis doctoral Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 177.
- Gary, M., McAfee, R. Jr i Wolfe, C. L.,** 1972. *Glossary of Geology*, American Geological Institute Washington DC.
- Gil Ibarguchi, J.I. i Julivert, M.,** 1988. Petrología de la aureola metamórfica de la granodiorita de Barcelona en la Sierra de Collserola (Tibidabo). *Estudios Geol.*, 44, 353-374.
- Gómez-Gras, D.,** 1993. El Permotrias de la Cordillera Costero Catalana: Facies y Petrologia Sedimentaria. Parte I. *Bol. Geol. Min.*, 104-2, 115-161.
- Gómez-Gras, D., Parcerisa, D., Calvet, F., Porta, J., Solé de Porta, N. i Civís, J.,** 2001. Stratigraphy and petrology of the Miocene Montjuïc delta (Barcelona, Spain). *Acta Geológica Hispánica*, 36 (1-2), 115-136.
- González de Vallejo, L. I, Ferrer, M., Ortuño, L. I Oteo, C.,** 2002. *Ingeniería Geológica*. Pearson Education, Ed. Patience Hall. Madrid 744 pp.
- Hoffmann Jauge, C. A.,** 2005. Caracterización hidromecánica de mezclas de pellets de bentonita. Estudio experimental y constitutivo, Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 387 pp.
- Izquierdo, P.,** 1997. Presència humana i formació del Delta del Llobregat. Un enfocament arqueològic, I Curs d'Història del Prat. Amics d'El Prat, Prat de Llobregat, pp. 1-24.
- Llopis, N.,** 1942. Los terrenos cuaternarios del llano de Barcelona. Publicaciones de la Diputación Provincial de Barcelona, 6:52.
- Llopis, N.,** 1946. Los movimientos verticales intracuaternarios del NE de España. *Estudios Geologicos*, II: 181-236.

- Magné, J.**, 1978. Études microstratigraphiques sur le Néogène de la Méditerranée Nord-Occidentale. Les bassins Néogènes Catalans. Editions du Centre National de Recherche Scientifique. Paris. 260 pp.
- Marquès, M.A.**, 1984. Las formaciones cuaternarias del delta del Llobregat, LXXI. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, 280 pàg.
- Matula, M.**, 1981. Rock and soil description and classification for engineering geological mapping report by the IAEG Commission on Engineering Geological Mapping. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 24(1): 235-274.
- Medialdea, J., Maldonado, A., Alonso, B., Diaz, J. I., Farrán, M., Giró, S., Vazquez, A., Saonz-Amor, E., Martínez, A. i Medialdea, T.**, 1986. Mapa geológico de la 27 plataforma continental española y zonas adyacentes. E 1:200000, hoja nº 41-422 (Tarragona). IGME, Madrid.
- Medialdea, J., Maldonado, A., Diaz, J. I., Escutia, C., Ferran, M., Giro, S., Serra, M., Medialdea, T. i Vazquez, J. T.**, 1989. Mapa geológico de la plataforma continental española y zonas adyacentes. E 1:200000, hoja nº 35-42 (Barcelona). IGME, Madrid.
- Palmer, A. R. i Geissman, J.**, 1999. Geological Time Scale. The Geological Society of America. Product code CTS004.
- Parcerisa, D.**, 1999. El Miocè de la muntanya de Montjuïc: Estratigrafia, Sedimentologia, Petrologia i Diagènesi. DEA Thesis, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 150 pp.
- Parcerisa, D.**, 2002. Petrologia i diagènesi en sediments de l'Oligocè superior i del Miocè inferior i mitjà de la Depressió del Vallès i del Pla de Barcelona. Evolució de l'àrea front i dinàmica dels fluids. Tesis doctoral Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra.
- Parcerisa, D., Gàmez, D., Gómez-Gras, D., Usera, J., Simó, J. A., Carrera, J.**, *In press*. Estratigrafia y petrologia del subsuelo precuaternario del sector SW de la depresión de Barcelona (Cadena Costera Catalana, NE de Iberia). Revista de la Sociedad Geológica de España.
- Riera, S.**, 1994a. Anàlisi pol·línica de les Mines de Can Tintorer: Evolució del paisatge vegetal al sector sud de la Plana de Barcelona durant el Neolític Mitjà, Barcelona, pp. 1-30.

- Riera, S.**, 1994b. Paleografia, pertorbacions i acció antròpica durant l'Holocè mitjà al delta del riu Llobregat: l'anàlisi pol·línica del sondatge Mercabarna (MBA). *Rubricatum*, 0: pp. 195-213.
- Roca, E.**, 1996. La evolución geodinámica de la Cuenca Catalano-Balear y áreas adyacentes desde el Mesozoico hasta la actualidad. *Acta Geológica Hispánica*, 29, 3-25.
- Roca, E. i Guimerà, J.**, 1992. The Neogene structure of the eastern Iberian margin: structural constraints on the crustal evolution of the Valencia trough (western Mediterranean). *Tectonophysics*, 203: 203-218.
- Salas, R. i Casas, A.**, 1993. Mesozoic extensional tectonics, stratigraphy and crustal evolution during the Alpine cycle of the eastern Iberian basin. *Tectonophysics*, 228(1-2): 33-55.
- Simó, J. A., Gàmez, D., Salvany, J. M., Vázquez-Suñé, E., Carrera, J., Barnolas, A. i Alcalà, F. J.**, 2005. Arquitectura de facies de los deltas cuaternarios del río Llobregat, Barcelona, España. *Geogaceta*, 38, 171-174.
- Skempton, A.W.**, 1986. Standard penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation. *Geotechnique* 36, nº 3, pp. 425-447.
- Solé-Sabarís, L.**, 1963. Ensayo de interpretación del Cuaternario Barcelonés. *Miscel. Barcilonensia*, II: 7-54.
- Solé-Sabarís, L., Virgili, C. i Zamarreño, I.**, 1957. Livret guide d'excursions: Environs de Barcelone et Montserrat. In: INQUA (Editor), V Congress Inter INQUA, Barcelona, pp. 38.
- Terzaghi, K. i Peck, R. B.**, 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice*, 2nd edn, Wiley, Nova York. 729 pp.
- Vaquer, R.**, 1973. El metamorfismo y las rocas plutónicas y filonianas de la Sierra de Collcerola (Tibidabo), Barcelona. Tesis Doctoral, Dpt. de Petrología, Universitat de Barcelona, 362 p.
- Ventayol, A.**, 1993. El Subsuelo de Barcelona y la Calidad del Reconocimiento Geotécnico. *Correo de la Construcción*. Barcelona, 803.

- Ventayol, A., Palau, J. i Roca, A.,** 2002. El Contexto Geotécnico de la Ciudad de Barcelona. Ingeniería del Terreno. IngeoTer 1. U.D. Proyectos. . E.T.S.I. Minas. U.P.M. Madrid, Madrid, 24 pp.
- Villalta, J. F. de i Rosell, J.,** 1965. Contribución al conocimiento de la estratigrafía de Montjuic. Publ. Inst. Inv. Geol. Dip. Prov., 19, 83-104.
- Vicente, J.,** 1999. Descripció d'uns vestigis de fauna fòssil procedents de la Serra de Can Mena (Santa Coloma de Gramenet-Badalona). Quaderns de Natura i de l'Home, 2(1): 74-101.

Caracterització geotècnica del
subsòl del Pla de Barcelona.
Aplicació en Sondeigs de la Zona
Franca, Plaça de la Gardunya i
Plaça Europa.

(Annexes)

Joaquim Daura i Ollé
David Parcerisa Duocastella
E.T. Mines
Juny de 2008

Annex A

Gràfiques de les columnes de sondeig (Acta de sondeig) i fotografies de les caixes

A.1

Acta i fotografies del sondeig SA



Sondeigs a rotació amb testimoni continu (sòls)

Sondeig n.º: S-A Cota d'inici: 8,8 m N.º Expedient: UTM X: 430 795
Adreça: Plaça de la Gardunya, districte Ciutat Vella Data inici: 12 març 2008 UTM Y: 4 581 608
Municipi: Barcelona Data fi: 12 març 2008

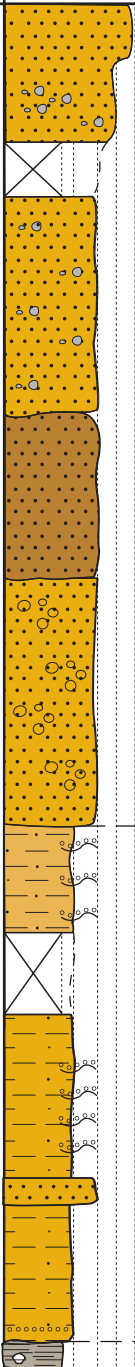
Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori												
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Límits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d	Sulfats (mg/kg)
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D.aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	
50.0			arg ll sf sm sg cong	CL	SPT SA 7	a 50.10 m		34,6	20,0	14,6									
51.0			Argila de color gris amb presència de fòssils.																
52.0					SA 6	a 51.90 m													
53.0																			
54.0					SA 5	a 53.50 m													
55.0				SP	SPT SA 4	a 54.60 m					3,9	88,6	7,5						
56.0			Sorra ben seleccionada fina a grollera de color ocre. Algunes zones presenten passades o matriu d'argila. Presència d'algun nòdol carbonàtic. Localment trobem algun fòssil.																
57.0					SA 3	a 56.50 m													
58.0				SP	SPT SA 2	de 57.60 a 57.80 m					0,3	92,5	7,2						
59.0			Gres cimentat per carbonat.		SA 1	de 58.45 a 58.60 m													
60.0			Fi del sondeig																

D. Parcerisa i Q. Daura

D. Parcerisa i Q. Daura



<i>Sondeja n.º:</i>	S-A	<i>Cota d'inici:</i>	8,8 m	<i>Nº Expedient:</i>		<i>UTM X:</i>	430 795
<i>Adreça:</i>	Plaça de la Gardunya, districte Ciutat Vella			<i>Data inici:</i>	12 març 2008	<i>UTM Y:</i>	4 581 608
<i>Municipi:</i>	Barcelona			<i>Data fi:</i>	12 març 2008		

Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori													
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Límits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d		Sulfats (mg/kg)
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D.aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	Angle fregament	
			arg ll sf sm sg cong																	
40.0		MIOCÈ																		
41.0																				
42.0																				
43.0																				
44.0																				
45.0																				
46.0																				
47.0																				
48.0																				
49.0																				
50.0																				
<div></div> <div>D. Parcerisa i Q. Daura</div>																				



Sondeigs a rotació amb testimoni continu (sòls)

Sondeig n.º: Cota d'inici: N.º Expedient: UTM X:
Adreça: Data inici: UTM Y:
Municipi: Data fi:

Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori														
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Limits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d		Sulfats (mg/kg)	
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D. aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	Angle fregament		Cohesió (kg/cm²)
30.0		QUATERNARI	arg ll sf sm sg cong																		
31.0				Argila marró clar amb còdols de totes les mides (mal seleccionada). Miocè retreballat.																	
32.0					SP	SPT SA 11	a	32.10 m					9.0	83.7	7.3						
33.0		MIOCÈ			SA 10	a	32.60 m														
34.0																					
35.0																					
36.0				Sorra grollera al sostre a fina a la base, ben o moderadament seleccionada. Ocre amb tonalitats més fosques. Localment algun còdol de quars i nòdol carbonàtic.	SP	SA 9	a	36.60 m					0.0	92.0	8.0						
37.0																					
38.0																					
39.0																					
40.0																					

D. Parcerisa i Q. Daura

D. Parcerisa i Q. Daura



<i>Sondeig n.º:</i>	S-A	<i>Cota d'inici:</i>	8,8 m	<i>Nº Expedient:</i>		<i>UTM X:</i>	430 795
<i>Adreça:</i>	Plaça de la Gardunya, districte Ciutat Vella			<i>Data inici:</i>	12 març 2008	<i>UTM Y:</i>	4 581 608
<i>Municipi:</i>	Barcelona			<i>Data fi:</i>	12 març 2008		

[illegible]

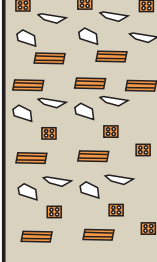



<i>Sondeig n.º:</i>	S-A	<i>Cota d'inici:</i>	8,8 m	<i>Nº Expedient:</i>		<i>UTM X:</i>	430 795
<i>Adreça:</i>	Plaça de la Gardunya, districte Ciutat Vella			<i>Data inici:</i>	12 març 2008	<i>UTM Y:</i>	4 581 608
<i>Municipi:</i>	Barcelona			<i>Data fi:</i>	12 març 2008		

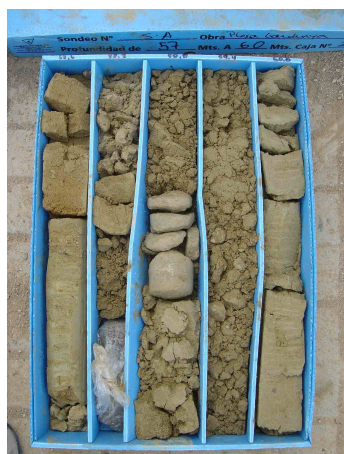
[illegible]



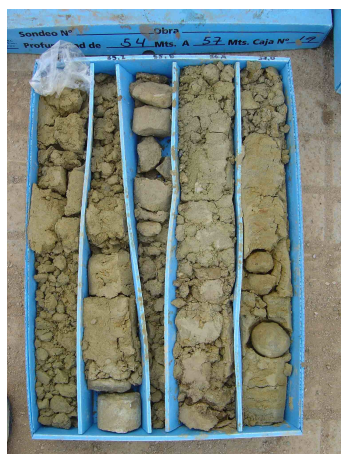
<i>Sondeig n°:</i>	S-A	<i>Cota d'inici:</i>	8,8 m	<i>Nº Expedient:</i>		<i>UTM X:</i>	430 795
<i>Adreça:</i>	Plaça de la Gardunya, districte Ciutat Vella			<i>Data inici:</i>	12 març 2008	<i>UTM Y:</i>	4 581 608
<i>Municipi:</i>	Barcelona			<i>Data fi:</i>	12 març 2008		

Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ			Assaigs de Laboratori											
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Límits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u	Tall directe c/d	Sulfats (mg/kg)	
									W.L.	W.P.	I.P.	— Tamis 5 mm — — Tamis 0.08 mm —	R.C.S. (kg/cm²)	D.aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament Cohesió (kg/cm²)	Angle fregament Cohesió (kg/cm²)		
0.0		ANTRÒPIC	<div>arg ll sf sm sg cong</div> 																
1.0																			
2.0																			
3.0																			
4.0		QUATERNARI	 <div>**</div>																
5.0																			
6.0																			
7.0																			
8.0																			
9.0																			
10.0																			

D. Parcerisa i Q. Daura



**Metre 60,00 a 57,00
(Miocè)**



**Metre 57,00 a 54,00
(Miocè)**



**Metre 54,00 a 51,00
(Miocè)**



**Metre 51,00 a 48,00
(Miocè)**



**Metre 48,00 a 45,00
(Miocè)**



**Metre 45,00 a 52,00
(Miocè)**



**Metre 42,00 a 39,00
(Miocè)**



**Metre 39,00 a 36,00
(Miocè)**



**Metre 36,00 a 33,00
(Miocè)**

* La llargada de la caixa és de 60 cm, així que, amb les cinc files es recullen 3 m de sondeig



**Metre 33,00 a 30,00
(Miocè Retreballat)**



**Metre 30,00 a 27,00
(Quaternari)**



**Metre 27,00 a 24,00
(Quaternari)**



**Metre 24,00 a 21,00
(Quaternari)**



**Metre 21,00 a 18,00
(Quaternari)**



**Metre 18,00 a 15,00
(Quaternari)**



**Metre 15,00 a 12,00
(Quaternari)**



**Metre 12,00 a 9,00
(Quaternari)**



**Metre 9,00 a 6,00
(Quaternari)**

* La llargada de la caixa és de 60 cm, així que, amb les cinc files es recullen 3 m de sondeig



**Metre 6,00 a 3,00
(Quaternari)**



**Metre 3,00 a 0,00
(Reblert Antròpic)**



**Detall Nòdul Carbonàtic
(Miocè)**

* La llargada de la caixa és de 60 cm, així que, amb les cinc files es recullen 3 m de sondeig

A.2

Acta del sondeig SD



<i>Sondeja n.º:</i>	S-D	<i>Cota d'inici:</i>	9,5 m	<i>Nº Expedient:</i>		<i>UTM X:</i>	430 695
<i>Adreça:</i>	Plaça de la Gardunya, districte Ciutat Vella			<i>Data inici:</i>	14 maig 2008	<i>UTM Y:</i>	4 581 560
<i>Municipi:</i>	Barcelona			<i>Data fi:</i>	14 maig 2008		

[illegible]



Sondeigs a rotació amb testimoni continu (sòls)

Sondeig n.º: S-D Cota d'inici: 9,5 m N.º Expedient: UTM X: 430 695
Adreça: Plaça de la Gardunya, districte Ciutat Vella Data inici: 14 maig 2008 UTM Y: 4 581 560
Municipi: Barcelona Data fi: 14 maig 2008

Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori														
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Límits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d		Sulfats (mg/kg)	
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D.aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	Angle fregament		Cohesió (kg/cm²)
40.0			arg ll sf sm sg cong																		
41.0					SD 2	a 40.60 m															
42.0																					
43.0			Sorra mitja a fina ocre a la base i argila ocre i gris al sostre. Passades de sorra i presència de graves i closques. Moderadament seleccionada.																		
44.0																					
45.0		MIOCÈ																			
46.0					SD 1	a 46.30 m															
47.0			Sorra mitja-grollera de color ocre. Moderadament seleccionada. Sovint té matriu argilosa i presència de mica i graves.																		
48.0																					
49.0																					
50.0																					

Bosch & Ventayol i Q. Daura



<i>Sondeig n.º:</i>	S-D	<i>Cota d'inici:</i>	9,5 m	<i>Nº Expedient:</i>		<i>UTM X:</i>	430 695
<i>Adreça:</i>	Plaça de la Gardunya, districte Ciutat Vella			<i>Data inici:</i>	14 maig 2008	<i>UTM Y:</i>	4 581 560
<i>Municipi:</i>	Barcelona			<i>Data fi:</i>	14 maig 2008		

Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori												
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Límits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d	Sulfats (mg/kg)
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D.aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	
30.0		QUATERNARI	arg II sf sm sg cong Llim a argila sorrenca, marró clar.																
31.0			Graves i sorra marró fosc. Mal seleccionat. Matriu argilosa.																
32.0			Argila marró clar amb una mala selecció de còdols. Miocè retreballat.	SPT	de 32.00 a 32.60 m														
33.0		MIOCÈ																	
34.0				SPT	de 33.60 a 34.20 m														
35.0																			
36.0				SPT	de 35.00 a 35.60 m														
37.0																			
38.0																			
39.0																			
40.0																			

Bosch & Ventayol i Q. Daura




<i>Sondeig n.º:</i>	S-D	<i>Cota d'inici:</i>	9,5 m	<i>Nº Expedient:</i>		<i>UTM X:</i>	430 695
<i>Adreça:</i>	Plaça de la Gardunya, districte Ciutat Vella			<i>Data inici:</i>	14 maig 2008	<i>UTM Y:</i>	4 581 560
<i>Municipi:</i>	Barcelona			<i>Data fi:</i>	14 maig 2008		

Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori													
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Límits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d		Sulfats (mg/kg)
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D.aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	Angle fregament	
arg ll sf sm sg cong																				
20.0		QUATERNARI		SPT	de 20.00 a 20.60 m															
21.0																				
22.0				SPT	de 21.60 a 22.20 m															
23.0																				
24.0																				
25.0				SPT	de 24.60 a 25.20 m															
26.0																				
27.0																				
28.0						SPT	de 27.60 a 28.20 m													
29.0						SPT	de 29.00 a 29.60 m													
30.0																				
					Bosch & Ventayol i Q. Daura															



Sondeigs a rotació amb testimoni continu (sòls)

Sondeig n.º: S-D Cota d'inici: 9,5 m N.º Expedient: UTM X: 430 695
Adreça: Plaça de la Gardunya, districte Ciutat Vella Data inici: 14 maig 2008 UTM Y: 4 581 560
Municipi: Barcelona Data fi: 14 maig 2008

Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori															
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Límits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d		Sulfats (mg/kg)		
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D.aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	Angle fregament		Cohesió (kg/cm²)	
			arg ll sf sm sg cong																			
10.0		QUATERNARI																				
11.0																						
12.0																						
13.0																						
14.0																						
15.0																						
16.0																						
17.0																						
18.0																						
19.0																						
20.0																						

Bosch & Ventayol i Q. Daura

Sondeigs a rotació amb testimoni continu (sòls)

<i>Sondeig n.º:</i>	S-D	<i>Cota d'inici:</i>	9,5 m	<i>Nº Expedient:</i>		<i>UTM X:</i>	430 695
<i>Adreça:</i>	Plaça de la Gardunya, districte Ciutat Vella			<i>Data inici:</i>	14 maig 2008	<i>UTM Y:</i>	4 581 560
<i>Municipi:</i>	Barcelona			<i>Data fi:</i>	14 maig 2008		

[illegible]

A.3

Acta i fotografies del sondeig L2 63



Sondeigs a rotació amb testimoni continu (sòls)

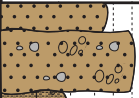
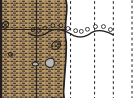
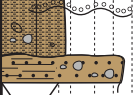
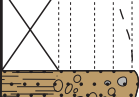

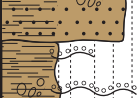
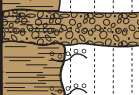
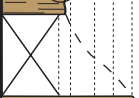

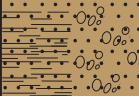

Sondeig n.º: Cota d'inici: N.º Expedient: UTM X:
Adreça: Data inici: UTM Y:
Municipi: Data fi:

Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori														
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Límits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d		Sulfats (mg/kg)	
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D.aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	Angle fregament		Cohesió (kg/cm²)
			arg ll sf sm sg cong		SPT	de 60.00 a 60.25 m															
60.0		MIOCÈ		SP	L2-63 61,5	a 61.50 m					0,0	87,7	12,3								
61.0																					
62.0																					
63.0																					
64.0																					
65.0																					
66.0				SP	L2-63 66,0	a 66.00 m					0,0	96,5	3,5								
67.0			1 2 3 Sorra de molt fina a graves grolleres, ocre al sostre i blanc - grisós a la base. Localment passades de sorra grollera (1) i graves (2). Presència de nòduls carbonàtics (3). En aquest mateix punt també es veu incrementat el tamany de gra i presència de graves.																		
68.0																					
69.0				SP	L2-63 69,0	a 69.00 m					0,0	93,7	6,3								
70.0			Fi del sondeig																		
E. Pujades i Q. Daura																					



Sondeigs a rotació amb testimoni continu (sòls)

Sondeig n.º: Cota d'inici: N.º Expedient: UTM X:
Adreça: Data inici: UTM Y:
Municipi: Data fi:

Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori														
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Límits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d			
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D. aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	Sulfats (mg/kg)
40.0			arg ll sf sm sg cong																		
41.0		QUATERNARI		1																	
42.0			*																		
			*																		
43.0			*																		
44.0			1																		
45.0				1																	
46.0				1																	
47.0				*																	
48.0		MIOCÈ			CL	L2-63 47,5	a 47.50 m		41,0	22,7	18,3										
49.0							L2-63 48,0	a 48.00 m													
50.0																					
									E. Pujades i Q. Daura												



Sondeigs a rotació amb testimoni continu (sòls)

Sondeig n.º: Cota d'inici: N.º Expedient: UTM X:
Adreça: Data inici: UTM Y:
Municipi: Data fi:

Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori													
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Límits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d	Sulfats (mg/kg)	
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D. aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament			Cohesió (kg/cm²)
30.0			arg ll sf sm sg cong		MI	de 30.00 a 30.60 m														
31.0																				
32.0																				
33.0																				
34.0																				
35.0																				
36.0																				
37.0																				
38.0																				
39.0																				
40.0																				

QUATERNARI

Intercal·lació de capes de sorres molt fines a graves. Algunes presenten matriu de llim / argila (*). Localment restes de bivalves (1) i presència de graves i bolos (4). Zonalment passades de sorres grolleres sobre matrius més fines (2). Llims arenosos gris amb sorres grolleres i graves (3). Bolo de 10 cm de gres de Montjuïc (5).

E. Pujades i Q. Daura



Sondeigs a rotació amb testimoni continu (sòls)

Sondeig n.º: Cota d'inici: N.º Expedient: UTM X:
Adreça: Data inici: UTM Y:
Municipi: Data fi:

Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori														
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Limits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d		Sulfats (mg/kg)	
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D.aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	Angle fregament		Cohesió (kg/cm²)
0.0			arg ll sf sm sg cong																		
1.0																					
2.0																					
23.0			Destrossa																		
24.0																					
25.0		QUATERNARI																			
26.0																					
27.0																					
28.0																					
29.0																					
30.0																					

Sorra marró, de grollera a molt fina. Algunes presenten matriu argilosa / llimosa*. Hi ha passades de grava calcària (1) i gres (3) i sorres grolleres / graves (4). Argiles gris a ocre amb passades de sorra grollera (2). Dues graves de gres, una de tamany de gra de llim (taronja) i l'altre de gra groller (gris) (5).

1
2
4
3
4
*
*
4
*
5

E. Pujades i Q. Daura

E. Pujades i Q. Daura



**Metre 70,00 a 69,00
(Miocè)**



**Metre 69,00 a 66,00
(Miocè)**



**Metre 66,00 a 63,00
(Miocè)**



**Metre 63,00 a 60,00
(Miocè)**



**Metre 60,00 a 57,00
(Miocè)**



**Metre 57,00 a 54,00
(Miocè)**



**Metre 54,00 a 51,00
(Miocè)**



**Metre 51,00 a 48,00
(Miocè)**



**Metre 48,00 a 45,00
(Miocè Retreballat)**

* La llargada de la caixa és de 60 cm, així que, amb les cinc files es recullen 3 m de sondeig



**Metre 45,00 a 42,00
(Quaternari)**



**Metre 42,00 a 39,00
(Quaternari)**



**Metre 39,00 a 36,00
(Quaternari)**



**Metre 36,00 a 33,00
(Quaternari)**



**Metre 33,00 a 30,00
(Quaternari)**



**Metre 30,00 a 27,00
(Quaternari)**



**Metre 27,00 a 25,00
(Quaternari)**



**Detall fòssil
(Quaternari)**



**Detall sorra
(Miocè)**

* La llargada de la caixa és de 60 cm, així que, amb les cinc files es recullen 3 m de sondeig

A.4

Acta i fotografies del sondeig AMT



Sondeigs a rotació amb testimoni continu (sòls)

Sondeig n.º: S2C0248LI8IN Cota d'inici: 7,1 m N.º Expedient: UTM X: 426 805
Adreça: Carrer d'Amadeu Torner Data inici: 28 març 2008 UTM Y: 4 579 200
Municipi: L'Hospitalet de Llobregat Data fi: 28 març 2008

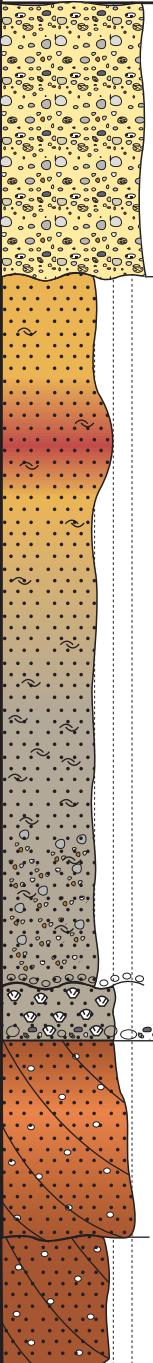
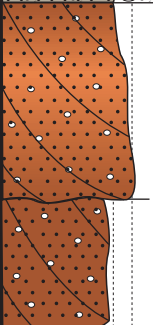
Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori													
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Limits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d		Sulfats (mg/kg)
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D. aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	Angle fregament	
20.0			arg ll sf sm sg cong																	
21.0																				
22.0					AMT 1	a 21.60 m														
23.0																				
24.0																				
25.0																				
26.0																				
27.0																				
28.0																				
29.0																				
30.0																				

</



Sondeigs a rotació amb testimoni continu (sòls)

Sondeig n.º: S2C0248L18IN Cota d'inici: 7,1 m N.º Expedient: UTM X: 426 805
Adreça: Carrer d'Amadeu Torner Data inici: 28 març 2008 UTM Y: 4 579 200
Municipi: L'Hospitalet de Llobregat Data fi: 28 març 2008

Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori																
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Limits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u		Tall directe c/d		Sulfats (mg/kg)			
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D. aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	Angle fregament		Cohesió (kg/cm²)		
			arg ll sf sm sg cong																				
10.0		QUATERNARI		Microconglomerat de colors, ben seleccionats a la base i més mal seleccionats al sostre. La moda del microconglomerat és d'1 cm de diàmetre. Generalment format per quars. Localment algun còdol esporàdic més gran.	SP	AMT 5	a 11.00 m																
11.0																							
12.0																							
13.0																							
14.0					*																		
15.0					Sorra fina, gris a la base i ocre al sostre, amb una passada més vermellosa de granulometria més grollera (*). A la base hi trobem una concentració més elevada de còdols de quars, fòssils i mica que va disminuint a mesura que ens apropem al sostre (sorra mitja). Localment hi ha algun nivell centimètric de grava amb matriu argilosa, els còdols són essencialment de quars i txert (**). A les graves del contacte també trobem fòssils.																		
16.0																							
17.0					**	SW	AMT 3	a 17.00 m															
18.0		BUNTSANDSTEIN (triàsic inferior)		Canvi granulomètric en les laminacions (de groller a la base a fi al sostre). De color vermellós / blanquinós. La part superior té aspecte desgastat (superfície d'exposició).		AMT 2	a 17.60 m																
19.0																							
20.0																							

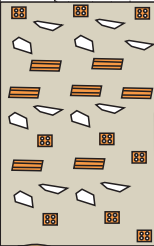
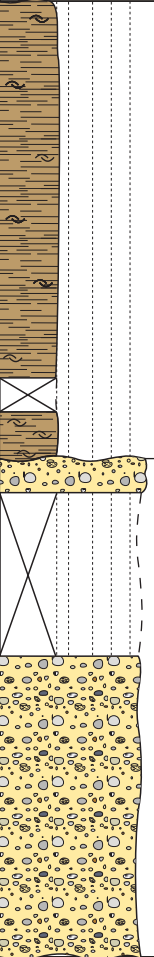
D. Parcerisa i Q. Daura

D. Parcerisa i Q. Daura



Sondeigs a rotació amb testimoni continu (sòls)

Sondeig n.º: S2C0248LI8IN Cota d'inici: 7,1 m N.º Expedient: UTM X: 426 805
Adreça: Carrer d'Amadeu Torner Data inici: 28 març 2008 UTM Y: 4 579 200
Municipi: L'Hospitalet de Llobregat Data fi: 28 març 2008

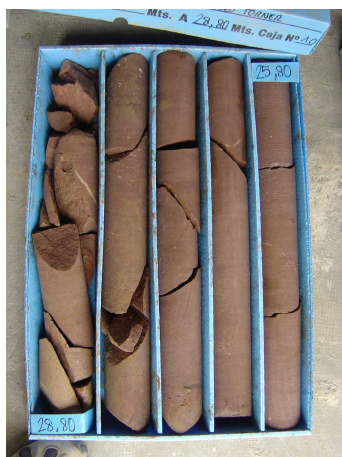
Profunditat (m)	Nivell freàtic	Nivells geotècnics	Columna litològica, contactes, granulometria i descripció dels materials	Classificació S.U.C.S.	Mostres i assaigs in situ		Assaigs de Laboratori															
					Tipus de mostra	Prof. d'extracció	Registre	Lambe	Límits d'Atterberg			Granulometria (%retingut)		Compressió simple		Tall directe c/u	Tall directe c/d	Sulfats (mg/kg)				
									W.L.	W.P.	I.P.	Tamis 5 mm	Tamis 0.08 mm	R.C.S. (kg/cm²)	D.aparent (g/cm³)	Deformació (%)	Angle fregament		Cohesió (kg/cm²)	Angle fregament	Cohesió (kg/cm²)	
0.0			arg ll sf sm sg cong																			
1.0		ANTRÒPIC	 <p>Reblert antròpic, de granulometria molt variada; restes de diferents materials de l'activitat antròpica. Els primers metres s'han destinat a una cata.</p>																			
2.0																						
3.0																						
4.0																						
5.0		QUATERNARI	 <p>Argila marró clar amb alguna passada esporàdica de color negre. Presència de fòssils (gasteròpodes) i restes vegetals.</p> <p>Microconglomerat de colors, ben seleccionats a la base i més mal seleccionats al sostre. La moda del microconglomerat és d'1 cm de diàmetre. Generalment format per quars. Localment algun còdol esporàdic més gran.</p>	CH	AMT 6	a 5.30 m		63.7	27.5	36.2												
6.0																						
7.0																						
8.0																						
9.0																						
10.0																						

D. Parcerisa i Q. Daura

D. Parcerisa i Q. Daura



**Metre 29,00 a 28,80
(Buntsandstein)**



**Metre 28,80 a 25,80
(Buntsandstein)**



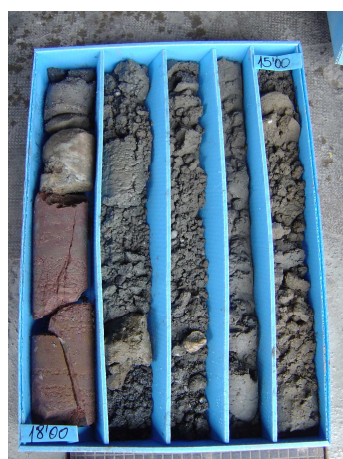
**Metre 28,80 a 22,80
(Buntsandstein)**



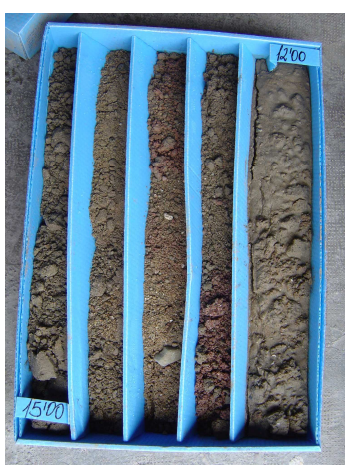
**Metre 22,80 a 20,40
(Buntsandstein)**



**Metre 20,40 a 18,00
(Buntsandstein)**



**Metre 18,00 a 15,00
(Contacte Triàsic-
Quaternari)**



**Metre 15,00 a 12,00
(Quaternari)**



**Metre 12,00 a 9,00
(Quaternari)**



**Metre 9,00 a 5,40
(Quaternari)**

* La llargada de la caixa és de 60 cm, així que, amb les cinc files es recullen 3 m de sondeig



**Metre 5,40 a 3,00
(Quaternari)**



**Metre 3,00 a 1,20
(Reblert Antròpic)**



**Detall Argiles
(Quaternari)**



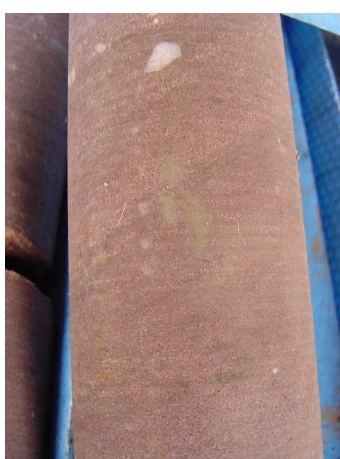
**Detall fòssil
(Quaternari)**



**Detall Graves
(Quaternari)**



**Detall cicle granodecreixent
(Buntsandstein)**



**Detall Laminació encreuada
(Buntsandstein)**

* La llargada de la caixa és de 60 cm, així que, amb les cinc files es recullen 3 m de sondeig

Annex B

Resultats dels assaigs de laboratori

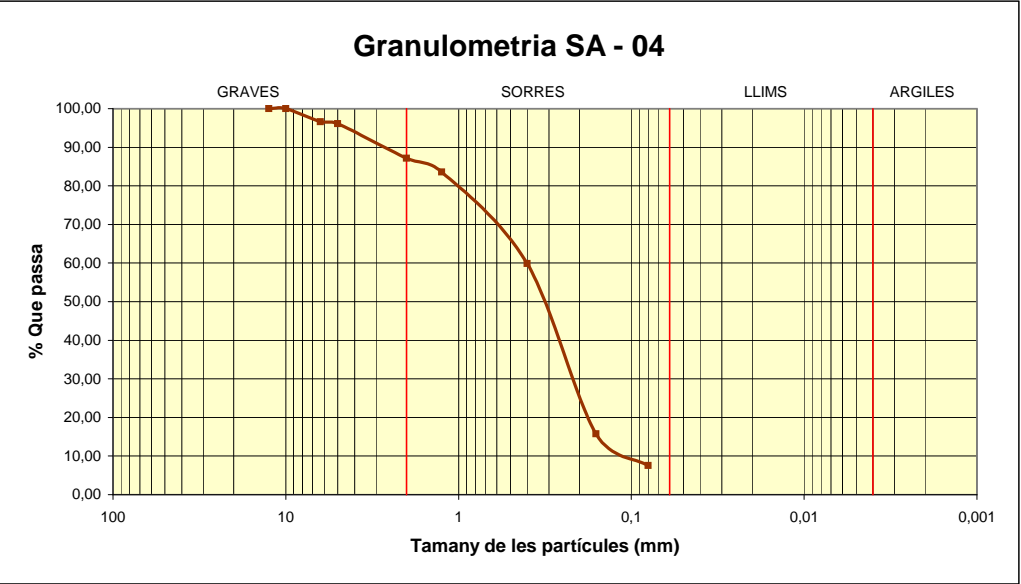


B.1

Anàlisi granulomètric

SA - 04																Massa de la mostra (g)	136,676	Imatge*
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector	
Retingut parcial (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	4,616	0,690	12,270	4,906	32,347	60,281	11,305	10,261	
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,38	0,50	8,98	3,59	23,67	44,11	8,27	7,51	
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,62	5,31	17,58	22,48	54,83	115,11	126,42	136,68	
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,38	3,88	12,86	16,45	40,12	84,22	92,49	100,00	
% Que passa								100,00	100,00	96,62	96,12	87,14	83,55	59,88	15,78	7,51	0,00	

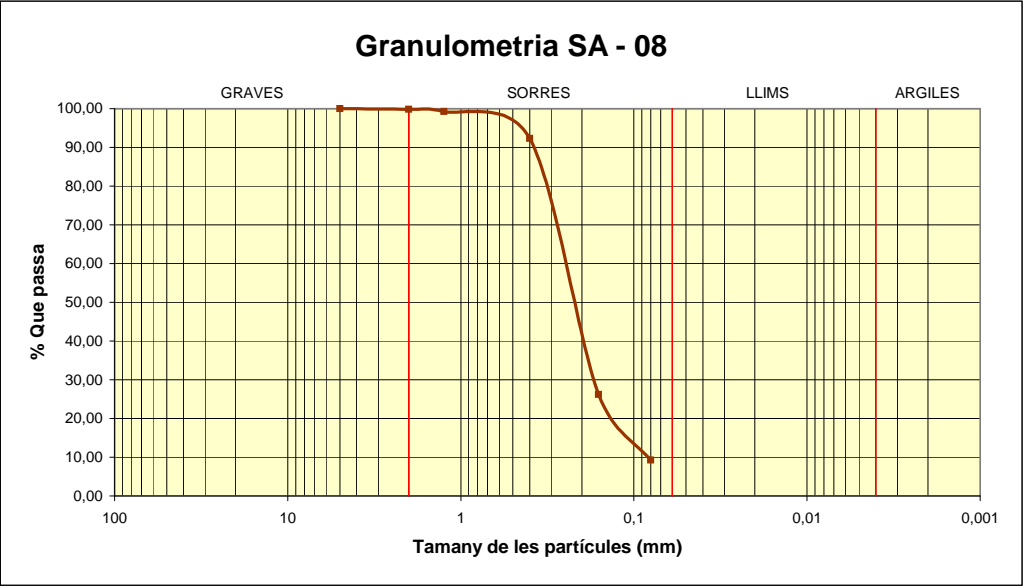
*L'escala de la imatge és desconeguda



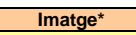
Passa el garbell de 5 mm:	96,12 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	7,51 %
D60:	0,40 mm
D30:	0,23 mm
D10 (diàmetre efectiu):	0,13 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	3,2
Grau de curvatura (Cc):	1,1

SA - 08																Massa de la mostra (g)	128,813	Imatge*
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector	
Retingut parcial (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,186	0,778	8,977	85,145	21,815	11,912	
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,60	6,97	66,10	16,94	9,25	
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,96	9,94	95,09	116,90	128,81	
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,75	7,72	73,82	90,75	100,00	
% Que passa											100,00	99,86	99,25	92,28	26,18	9,25	0,00	

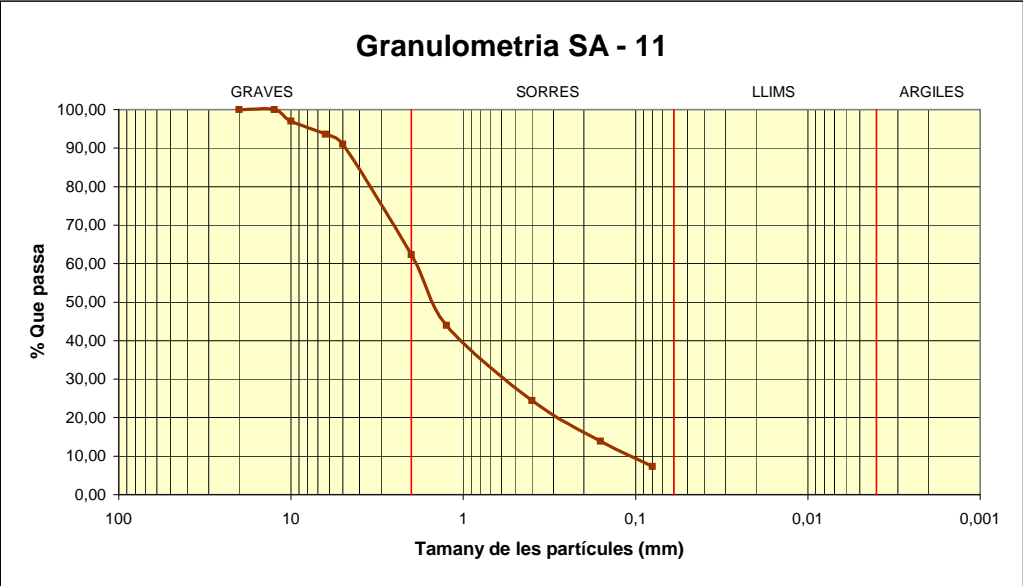
*L'escala de la imatge és desconeguda




Passa el garbell de 5 mm:	100,00 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	9,25 %
D60:	0,25 mm
D30:	0,17 mm
D10 (diàmetre efectiu):	0,08 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	3,1
Grau de curvatura (Cc):	1,4

SA - 11										Massa de la mostra (g)				135,325				
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector	
Retingut parcial (g)							0,000	0,000	4,003	4,685	3,434	38,879	24,803	26,408	14,319	8,936	9,858	
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,96	3,46	2,54	28,73	18,33	19,51	10,58	6,60	7,28	
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	8,69	12,12	51,00	75,80	102,21	116,53	125,47	135,33	
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,96	6,42	8,96	37,69	56,02	75,53	86,11	92,72	100,00	
% Que passa							100,00	100,00	97,04	93,58	91,04	62,31	43,98	24,47	13,89	7,28	0,00	

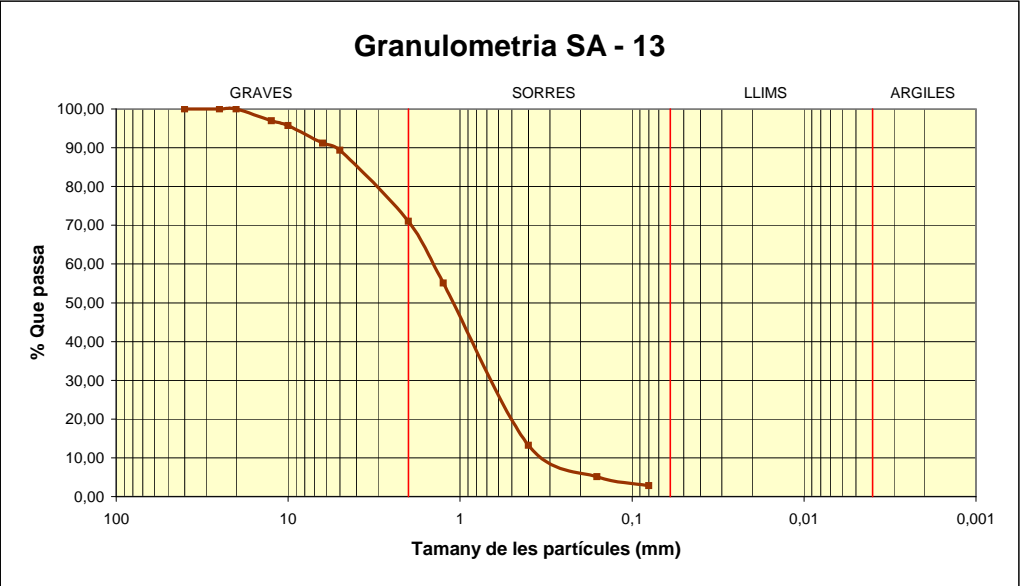
*L'escala de la imatge és desconeguda




Passa el garbell de 5 mm:	91,04 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	7,28 %
D ₆₀ :	1,90 mm
D ₃₀ :	0,56 mm
D ₁₀ (diàmetre efectiu):	0,11 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	17,3
Grau de curvatura (Cc):	1,5

SA - 13											Massa de la mostra (g)				232,989			
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080		Col·lector
Retingut parcial (g)					0,000	0,000	0,000	7,163	2,868	10,490	4,275	42,822	36,998	97,536	18,933	5,440		6,464
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,07	1,23	4,50	1,83	18,38	15,88	41,86	8,13	2,33		2,77
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,16	10,03	20,52	24,80	67,62	104,62	202,15	221,09	226,53		232,99
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,07	4,31	8,81	10,64	29,02	44,90	86,76	94,89	97,23		100,00
% Que passa					100,00	100,00	100,00	96,93	95,69	91,19	89,36	70,98	55,10	13,24	5,11	2,77		0,00

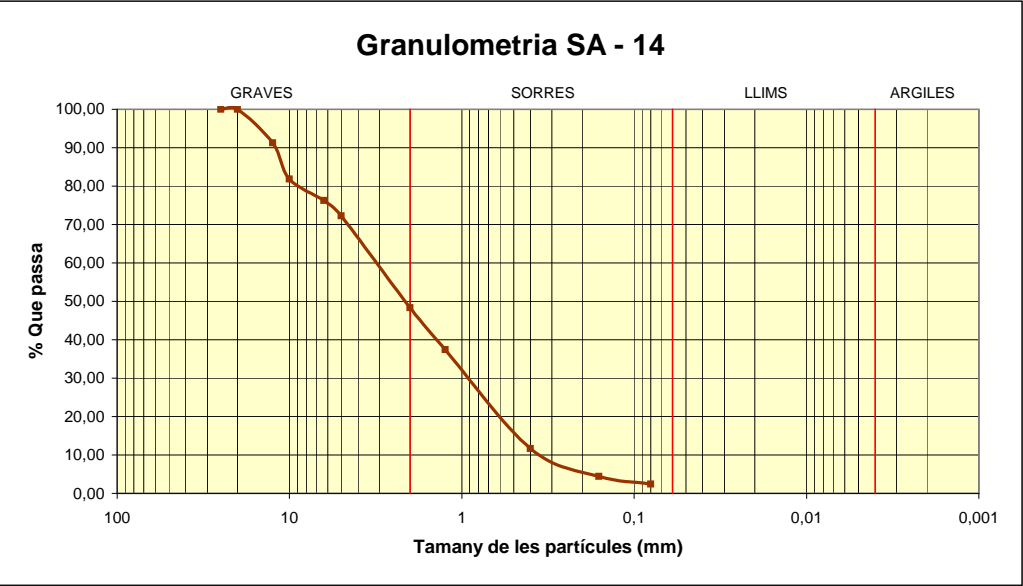
*L'escala de la imatge és desconeguda




Passa el garbell de 5 mm:	89,36 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	2,77 %
D ₆₀ :	1,50 mm
D ₃₀ :	0,66 mm
D ₁₀ (diàmetre efectiu):	0,35 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	4,3
Grau de curvatura (Cc):	0,8

SA - 14										Massa de la mostra (g)				233,031				
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector	
Retingut parcial (g)						0,000	0,000	20,335	22,000	12,970	9,449	55,672	25,375	59,947	16,907	4,797	5,579	
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,73	9,44	5,57	4,05	23,89	10,89	25,72	7,26	2,06	2,39	
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,34	42,34	55,31	64,75	120,43	145,80	205,75	222,66	227,45	233,03	
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,73	18,17	23,73	27,79	51,68	62,57	88,29	95,55	97,61	100,00	
% Que passa						100,00	100,00	91,27	81,83	76,27	72,21	48,32	37,43	11,71	4,45	2,39	0,00	

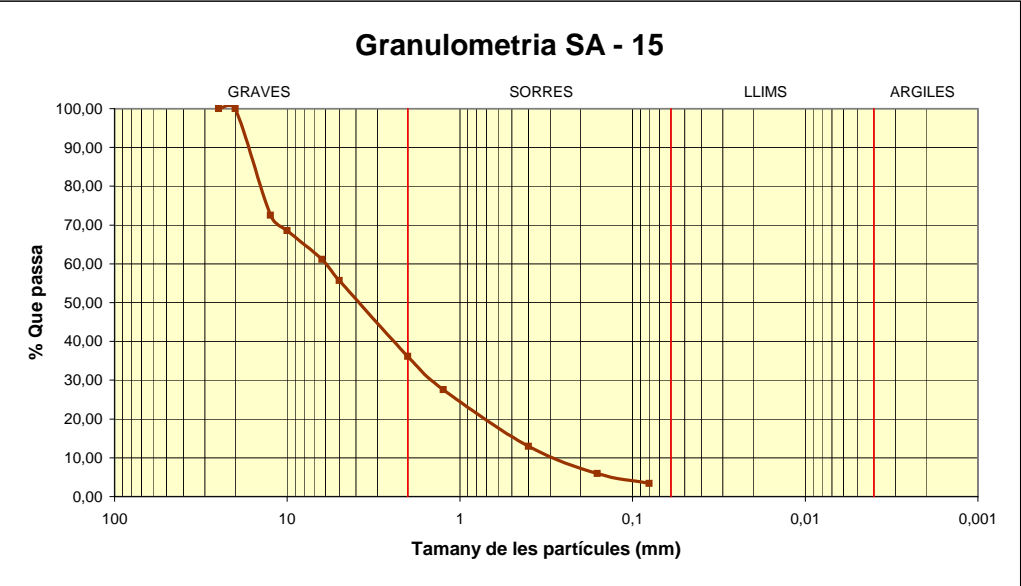
*L'escala de la imatge és desconeguda




Passa el garbell de 5 mm:	72,21 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	2,39 %
D60:	3,20 mm
D30:	0,94 mm
D10 (diàmetre efectiu):	0,36 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	8,9
Grau de curvatura (Cc):	0,8

SA - 15										Massa de la mostra (g)				166,531				Imatge*
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector	
Retingut parcial (g)						0,000	0,000	45,736	6,608	12,346	9,145	32,567	14,221	24,373	11,580	4,306	5,649	
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,46	3,97	7,41	5,49	19,56	8,54	14,64	6,95	2,59	3,39	
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,74	52,34	64,69	73,84	106,40	120,62	145,00	156,58	160,88	166,53	
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,46	31,43	38,85	44,34	63,89	72,43	87,07	94,02	96,61	100,00	
% Que passa						100,00	100,00	72,54	68,57	61,15	55,66	36,11	27,57	12,93	5,98	3,39	0,00	

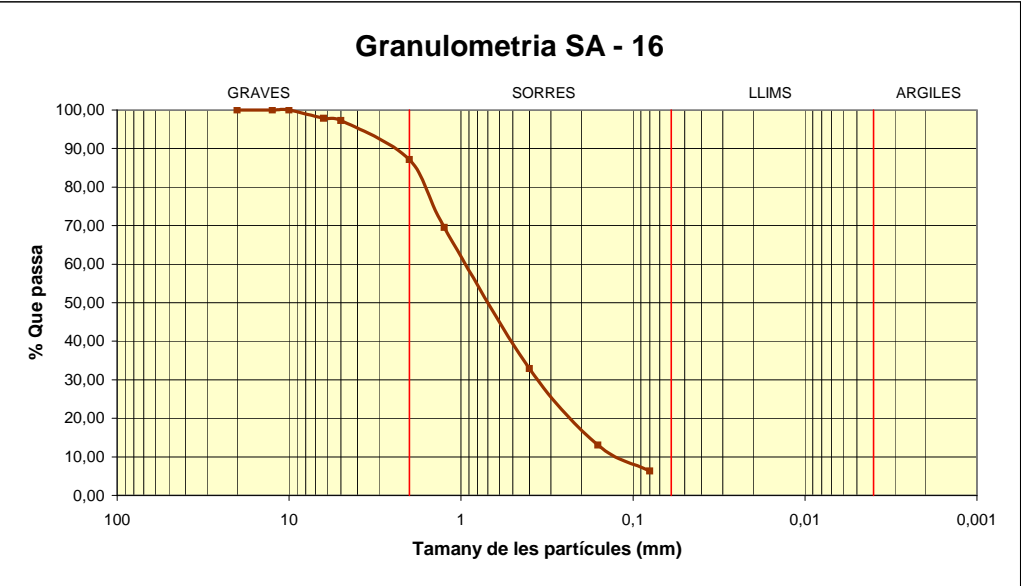
*L'escala de la imatge és desconeguda




Passa el garbell de 5 mm:	55,66 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	3,39 %
D ₆₀ :	6,00 mm
D ₃₀ :	1,50 mm
D ₁₀ (diàmetre efectiu):	0,30 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	20,0
Grau de curvatura (Cc):	1,3

SA - 16											Massa de la mostra (g)				116,840			
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080		Col·lector
Retingut parcial (g)							0,000	0,000	0,000	2,477	0,756	11,801	20,607	42,796	23,144	7,866		7,393
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,12	0,65	10,10	17,64	36,63	19,81	6,73		6,33
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,48	3,23	15,03	35,64	78,44	101,58	109,45		116,84
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,12	2,77	12,87	30,50	67,13	86,94	93,67		100,00
% Que passa							100,00	100,00	100,00	97,88	97,23	87,13	69,50	32,87	13,06	6,33		0,00

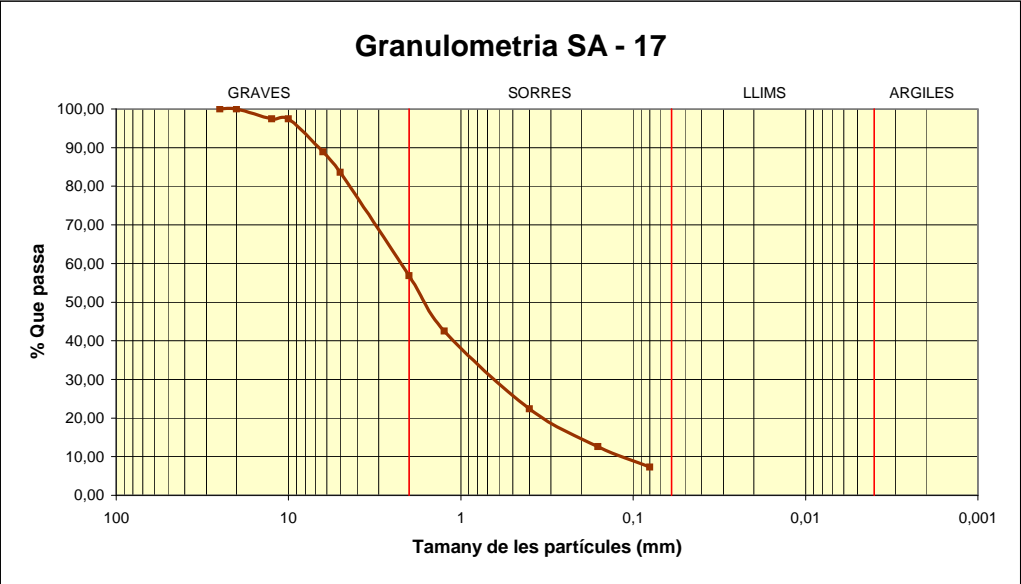
*L'escala de la imatge és desconeguda




Passa el garbell de 5 mm:	97,23 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	6,33 %
D60:	0,95 mm
D30:	0,36 mm
D10 (diàmetre efectiu):	0,14 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	6,8
Grau de curvatura (Cc):	1,0

SA - 17										Massa de la mostra (g)				138,907				
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector	
Retingut parcial (g)						0,000	0,000	3,547	0,000	11,879	7,399	37,180	19,872	27,983	13,535	7,405	10,107	
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,55	0,00	8,55	5,33	26,77	14,31	20,15	9,74	5,33	7,28	
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,55	3,55	15,43	22,83	60,01	79,88	107,86	121,40	128,80	138,91	
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,55	2,55	11,11	16,43	43,20	57,50	77,65	87,39	92,72	100,00	
% Que passa						100,00	100,00	97,45	97,45	88,89	83,57	56,80	42,50	22,35	12,61	7,28	0,00	

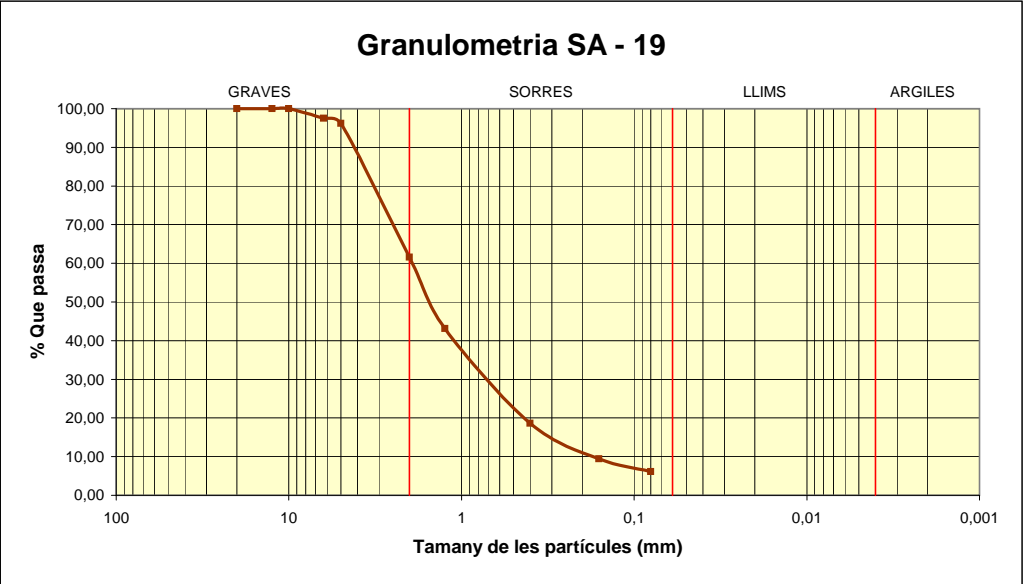
*L'escala de la imatge és desconeguda




Passa el garbell de 5 mm:	83,57 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	7,28 %
D60:	2,35 mm
D30:	0,65 mm
D10 (diàmetre efectiu):	0,12 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	19,6
Grau de curvatura (Cc):	1,5

SA - 19											Massa de la mostra (g)				131,575				
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector		
Retingut parcial (g)							0,000	0,000	0,000	3,247	1,808	45,478	24,296	32,187	12,133	4,377	8,049		
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,47	1,37	34,56	18,47	24,46	9,22	3,33	6,12		
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,25	5,06	50,53	74,83	107,02	119,15	123,53	131,58		
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,47	3,84	38,41	56,87	81,33	90,56	93,88	100,00		
% Que passa							100,00	100,00	100,00	97,53	96,16	61,59	43,13	18,67	9,44	6,12	0,00		

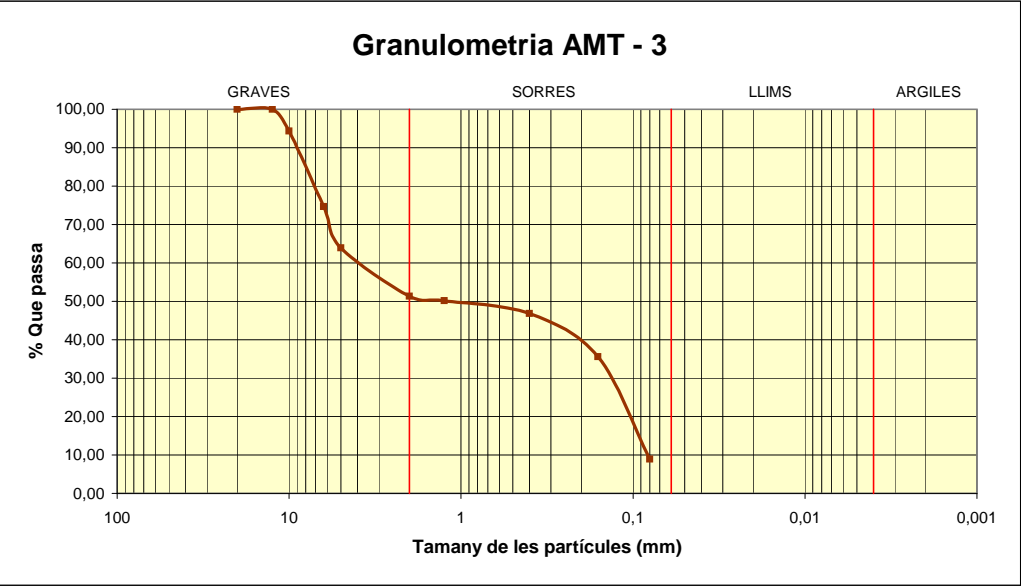
*L'escala de la imatge és desconeguda



Passa el garbell de 5 mm:	96,16 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	6,12 %
D60:	1,95 mm
D30:	0,74 mm
D10 (diàmetre efectiu):	0,17 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	11,5
Grau de curvatura (Cc):	1,7

											Massa de la mostra (g)				215,112				Imatge*
AMT - 3																			
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector		
Retingut parcial (g)							0,000	0,000	12,190	42,318	23,115	27,018	2,618	7,163	24,071	57,361	19,258		
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,67	19,67	10,75	12,56	1,22	3,33	11,19	26,67	8,95		
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,19	54,51	77,62	104,64	107,26	114,42	138,49	195,85	215,11		
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,67	25,34	36,08	48,64	49,86	53,19	64,38	91,05	100,00		
% Que passa							100,00	100,00	94,33	74,66	63,92	51,36	50,14	46,81	35,62	8,95	0,00		

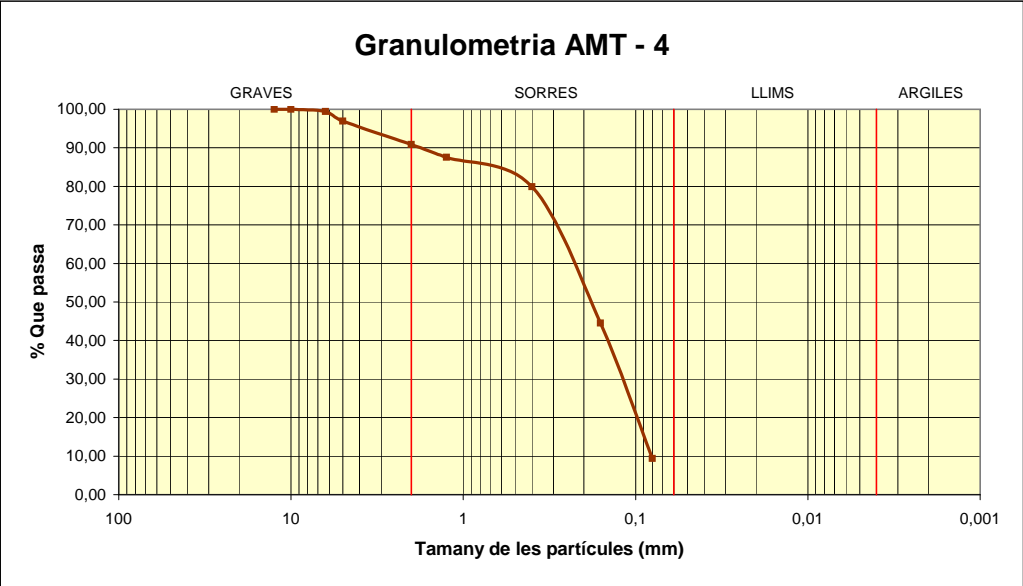
*L'escala de la imatge és desconeguda




Passa el garbell de 5 mm:	63,92 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	8,95 %
D60:	4,00 mm
D30:	0,15 mm
D10 (diàmetre efectiu):	0,08 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	50,0
Grau de curvatura (Cc):	0,1

AMT - 4																Massa de la mostra (g)	125,557	Imatge*
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector	
Retingut parcial (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,713	3,121	7,623	4,221	9,608	44,358	44,122	11,791	
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	2,49	6,07	3,36	7,65	35,33	35,14	9,39	
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	3,83	11,46	15,68	25,29	69,64	113,77	125,56	
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	3,05	9,12	12,49	20,14	55,47	90,61	100,00	
% Que passa								100,00	100,00	99,43	96,95	90,88	87,51	79,86	44,53	9,39	0,00	

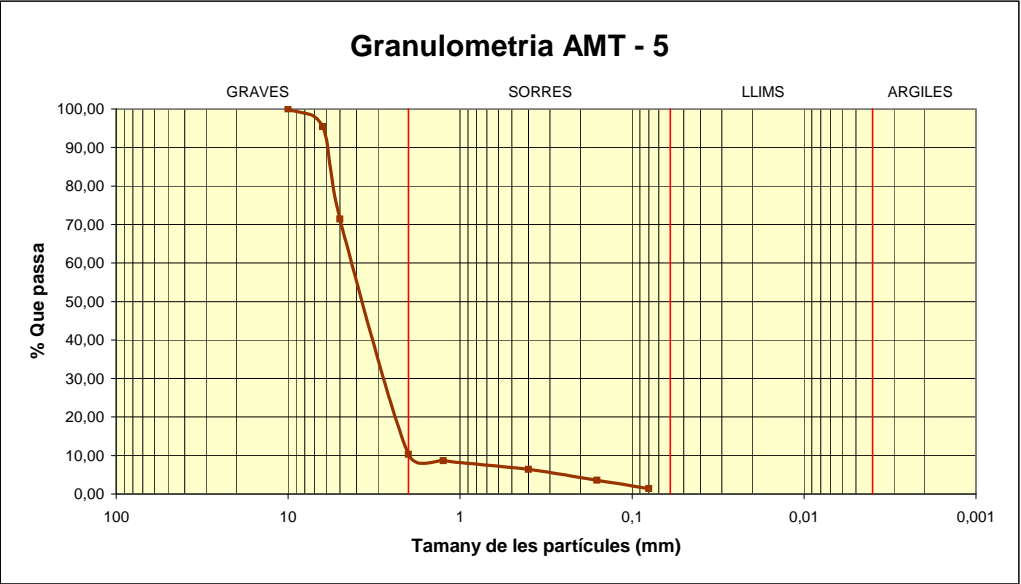
*L'escala de la imatge és desconeguda



Passa el garbell de 5 mm:	96,95 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	9,39 %
D60:	0,23 mm
D30:	0,13 mm
D10 (diàmetre efectiu):	0,08 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	2,9
Grau de curvatura (Cc):	0,9

										Massa de la mostra (g)				310,023				Imatge*
AMT - 5																		
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector	
Retingut parcial (g)									0,000	14,121	74,659	189,172	5,352	7,000	8,534	6,763	4,422	
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	24,08	61,02	1,73	2,26	2,75	2,18	1,43	
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,12	88,78	277,95	283,30	290,30	298,84	305,60	310,02	
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	28,64	89,66	91,38	93,64	96,39	98,57	100,00	
% Que passa									100,00	95,45	71,36	10,34	8,62	6,36	3,61	1,43	0,00	

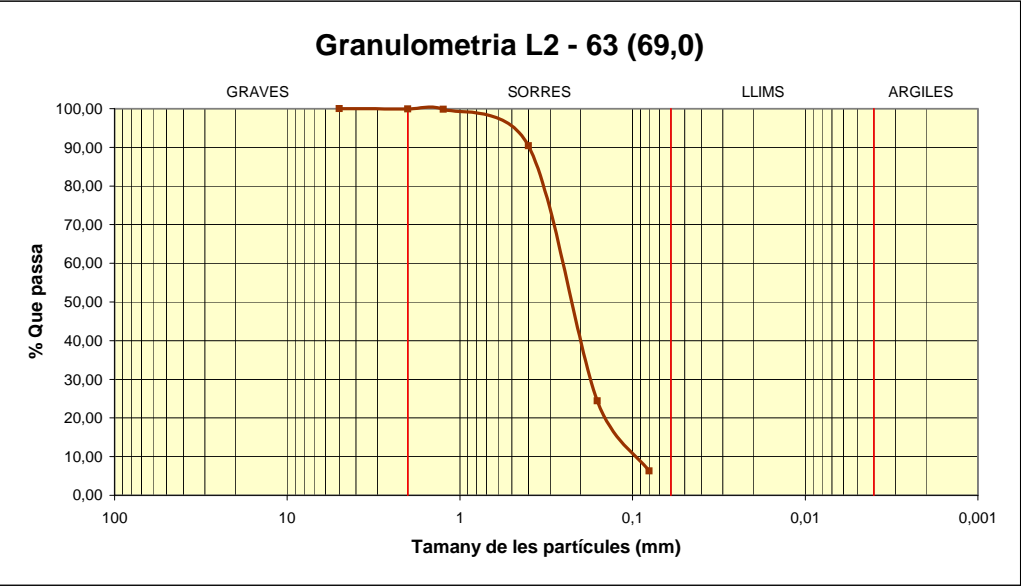
*L'escala de la imatge és desconeguda



Passa el garbell de 5 mm:	71,36 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	1,43 %
D ₆₀ :	4,40 mm
D ₃₀ :	2,80 mm
D ₁₀ (diàmetre efectiu):	2,00 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	2,2
Grau de curvatura (Cc):	0,9

L2 - 63 (69,0)																Massa de la mostra (g)	134,729	Imatge*
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector	
Retingut parcial (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,057	0,204	12,649	88,916	24,452	8,451	
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,15	9,39	66,00	18,15	6,27	
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,26	12,91	101,83	126,28	134,73	
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,19	9,58	75,58	93,73	100,00	
% Que passa											100,00	99,96	99,81	90,42	24,42	6,27	0,00	

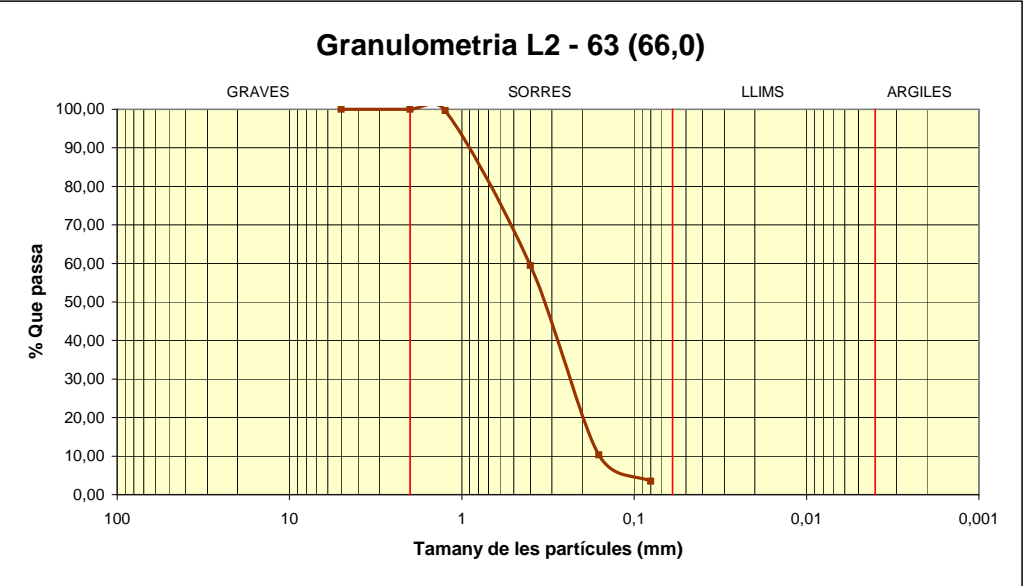
*L'escala de la imatge és desconeguda



Passa el garbell de 5 mm:	100,00 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	6,27 %
D60:	0,26 mm
D30:	0,18 mm
D10 (diàmetre efectiu):	0,09 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	2,9
Grau de curvatura (Cc):	1,4

L2 - 63 (66,0)															Massa de la mostra (g)	143,880	Imatge*
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector
Retingut parcial (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,422	57,858	70,808	9,819	4,973
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	40,21	49,21	6,82	3,46
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	58,28	129,09	138,91	143,88
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	40,51	89,72	96,54	100,00
% Que passa											100,00	100,00	99,71	59,49	10,28	3,46	0,00

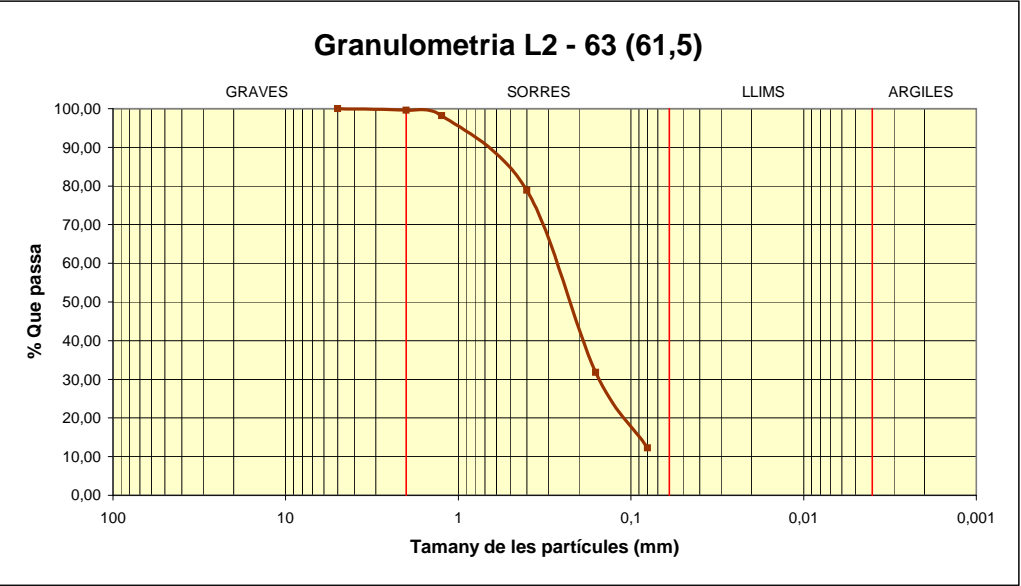
*L'escala de la imatge és desconeguda



Passa el garbell de 5 mm:	100,00 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	3,46 %
D60:	0,40 mm
D30:	0,24 mm
D10 (diàmetre efectiu):	0,16 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	2,5
Grau de curvatura (Cc):	0,9


L2 - 63 (61,5)															Massa de la mostra (g)	133,757	Imatge*
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector
Retingut parcial (g)											0,000	0,583	1,855	25,850	62,983	26,105	16,381
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	1,39	19,33	47,09	19,52	12,25
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	2,44	28,29	91,27	117,38	133,76
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	1,82	21,15	68,24	87,75	100,00
% Que passa											100,00	99,56	98,18	78,85	31,76	12,25	0,00

*L'escala de la imatge és desconeguda

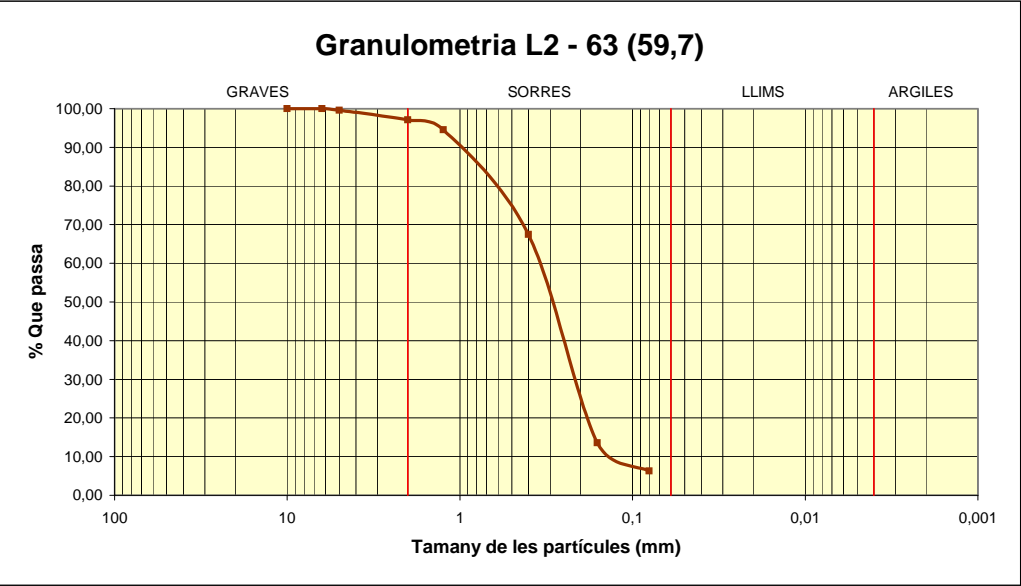


Passa el garbell de 5 mm:	100,00 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	12,25 %
D60:	0,27 mm
D30:	0,16 mm
D10 (diàmetre efectiu):	0,07 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	3,9
Grau de curvatura (Cc):	1,4 **

**El D10 s'ha trobat per aproximació

L2 - 63 (59,7)										Massa de la mostra (g)				130,249				
Garbell (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,160	0,080	Col·lector	
Retingut parcial (g)									0,000	0,000	0,558	3,241	3,338	35,242	70,219	9,414	8,237	
Retingut parcial (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	2,49	2,56	27,06	53,91	7,23	6,32	
Retingut acumulat (g)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	3,80	7,14	42,38	112,60	122,01	130,25	
Retingut acumulat (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	2,92	5,48	32,54	86,45	93,68	100,00	
% Que passa									100,00	100,00	99,57	97,08	94,52	67,46	13,55	6,32	0,00	

*L'escala de la imatge és desconeguda



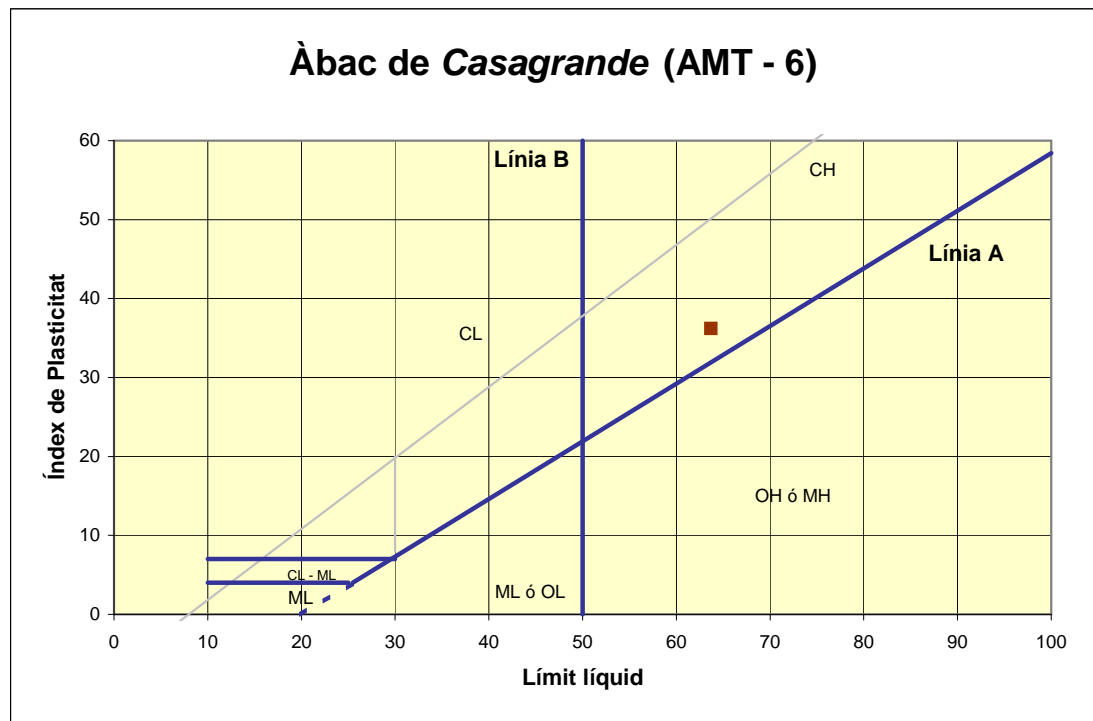
Passa el garbell de 5 mm:	99,57 %
Passa el garbell de 0,080 mm:	6,32 %
D ₆₀ :	0,35 mm
D ₃₀ :	0,22 mm
D ₁₀ (diàmetre efectiu):	0,15 mm
Coefficient d'uniformitat (Cu):	2,3
Grau de curvatura (Cc):	0,9

B.2

Límits d'Atterberg

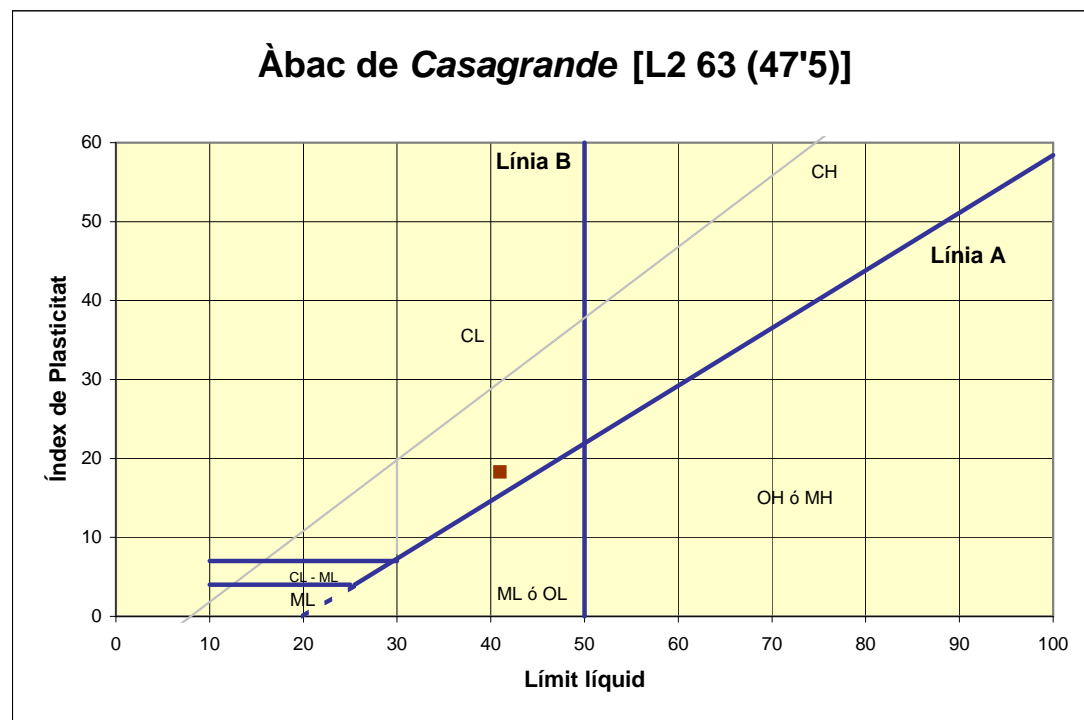
Mostra	AMT - 6			
Edat	Quaternari			
Assaig	Límit líquid		Límit plàstic	
Tara nº	LI1	LI2	LP1	LP2
Tara	0,677	0,703	0,704	0,670
Tara + sòl + aigua	21,953	20,527	8,290	8,358
Tara + sòl	13,641	12,867	6,662	6,690
Sòl	12,964	12,164	5,958	6,020
Aigua	8,312	7,660	1,628	1,668
% Humitat	64,12	62,97	27,32	27,71
Nº cops	19	29		
LL	63,7		LP	27,5

Límit líquid (LL):	63,7 %
Límit plàstic (LP):	27,5 %
Índex de plasticitat (IP):	36,2 %



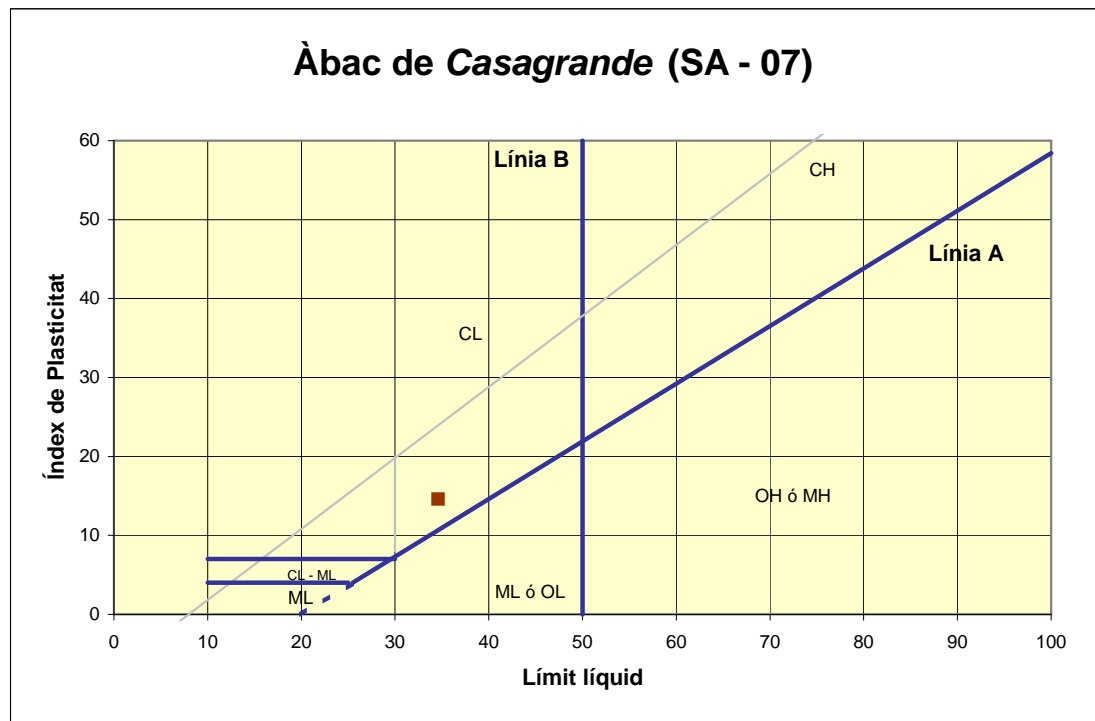
Mostra	L2 63 (47'5)				
Edat	Miocè				
Assaig	Límit líquid		Límit plàstic		
Tara nº	LI1	LI2		LP1	LP2
Tara	0,538	0,494		0,651	0,639
Tara + sòl + aigua	25,140	23,308		9,402	7,621
Tara + sòl	17,795	16,916		7,756	6,349
Sòl	17,257	16,422		7,105	5,710
Aigua	7,345	6,392		1,646	1,272
% Humitat	42,56	38,92		23,17	22,28
Nº cops	17	31			
LL	41,0		LP	22,7	

Límit líquid (LL):	41,0 %
Límit plàstic (LP):	22,7 %
Índex de plasticitat (IP):	18,3 %



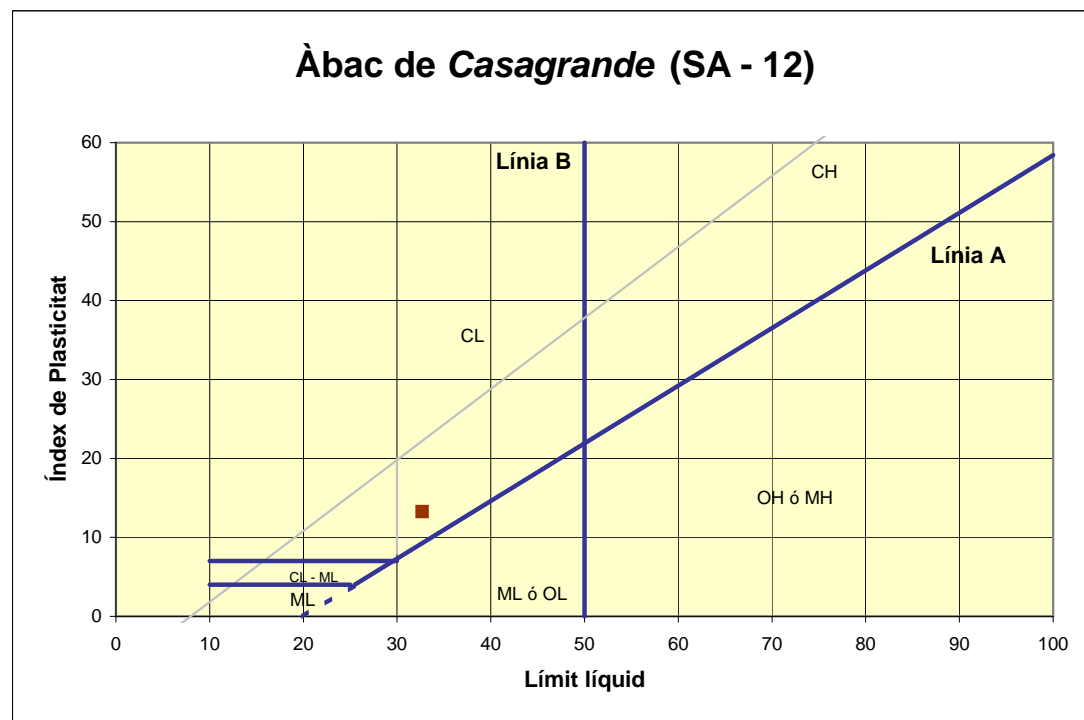
Mostra	SA - 07			
Edat	Miocè			
Assaig	Límit líquid		Límit plàstic	
Tara nº	LI1	LI2	LP1	LP2
Tara	0,843	0,938	0,506	0,498
Tara + sòl + aigua	16,691	23,248	6,519	6,018
Tara + sòl	12,518	17,728	5,519	5,097
Sòl	11,675	16,790	5,013	4,599
Aigua	4,173	5,520	1,000	0,921
% Humitat	35,74	32,88	19,95	20,03
Nº cops	23	28		
LL	34,6		LP	20,0

Límit líquid (LL):	34,6 %
Límit plàstic (LP):	20,0 %
Índex de plasticitat (IP):	14,6 %



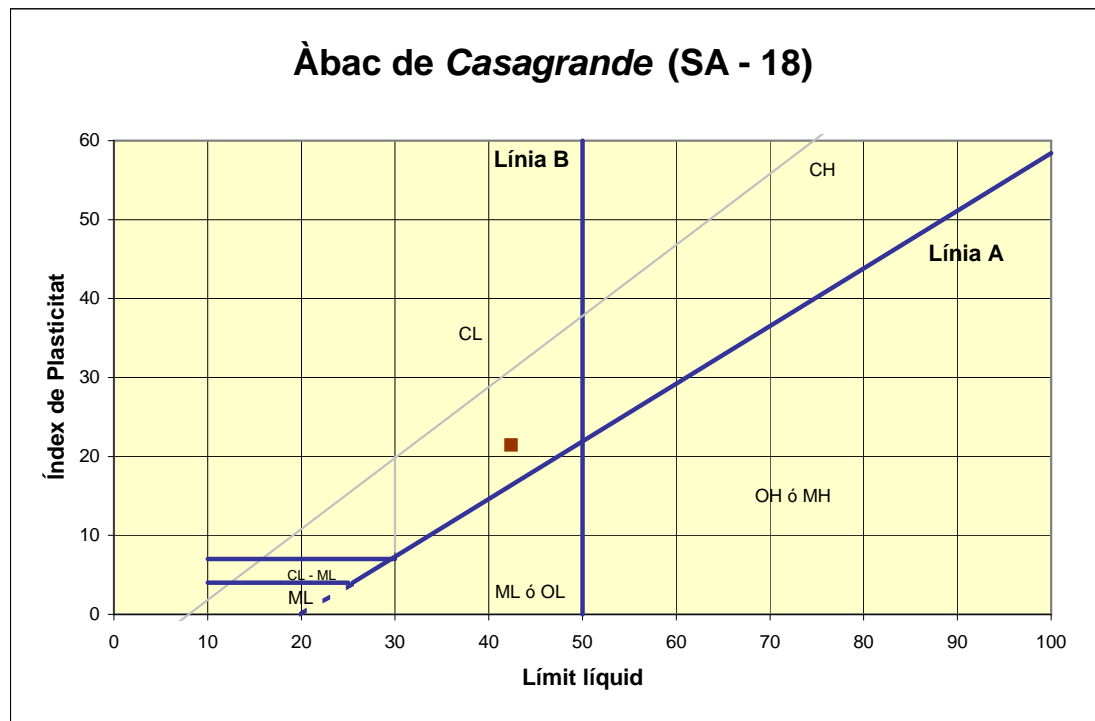
Mostra	SA - 12			
Edat	Quaternari			
Assaig	Límit líquid		Límit plàstic	
Tara nº	LI1	LI2	LP1	LP2
Tara	0,868	0,554	0,420	0,423
Tara + sòl + aigua	24,649	28,002	8,053	7,833
Tara + sòl	18,598	21,436	6,804	6,633
Sòl	17,730	20,882	6,384	6,210
Aigua	6,051	6,566	1,249	1,200
% Humitat	34,13	31,44	19,56	19,32
Nº cops	16	33		
LL	32,7		LP	19,4

Límit líquid (LL):	32,7 %
Límit plàstic (LP):	19,4 %
Índex de plasticitat (IP):	13,3 %



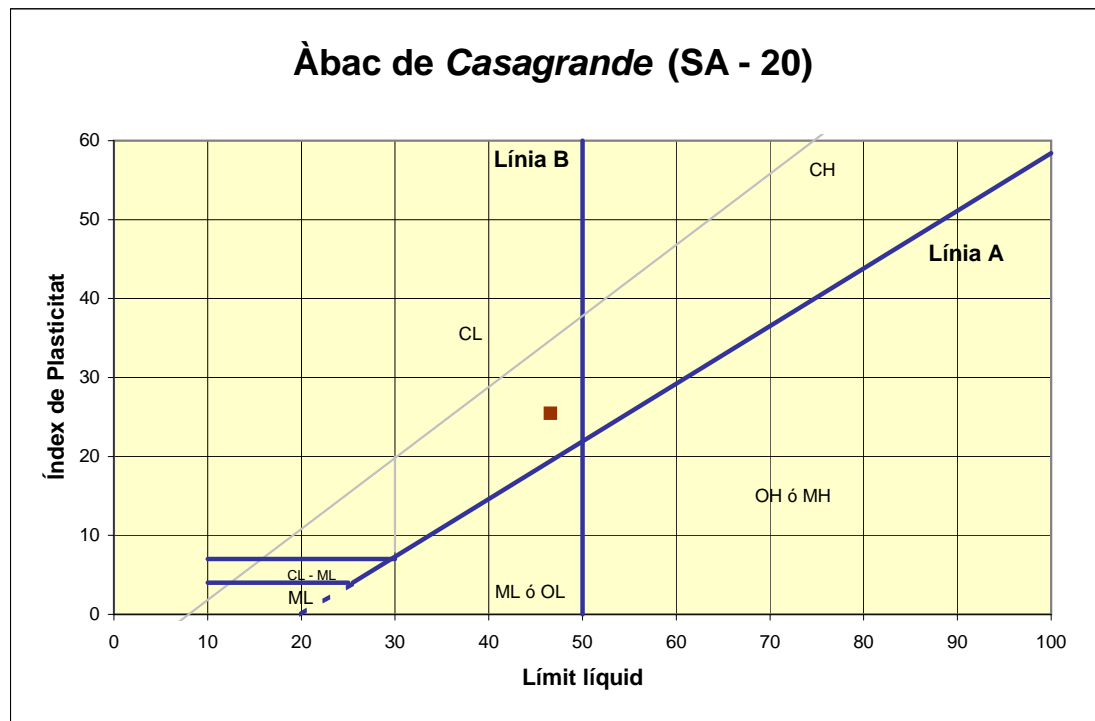
Mostra	SA - 18			
Edat	Quaternari			
Assaig	Límit líquid		Límit plàstic	
Tara nº	LI1	LI2	LP1	LP2
Tara	0,547	0,530	0,513	0,501
Tara + sòl + aigua	31,343	26,683	8,349	8,430
Tara + sòl	21,939	18,921	6,998	7,048
Sòl	21,392	18,391	6,485	6,547
Aigua	9,404	7,762	1,351	1,382
% Humitat	43,96	42,21	20,83	21,11
Nº cops	16	30		
LL	42,4		LP	21,0

Límit líquid (LL):	42,4 %
Límit plàstic (LP):	21,0 %
Índex de plasticitat (IP):	21,4 %



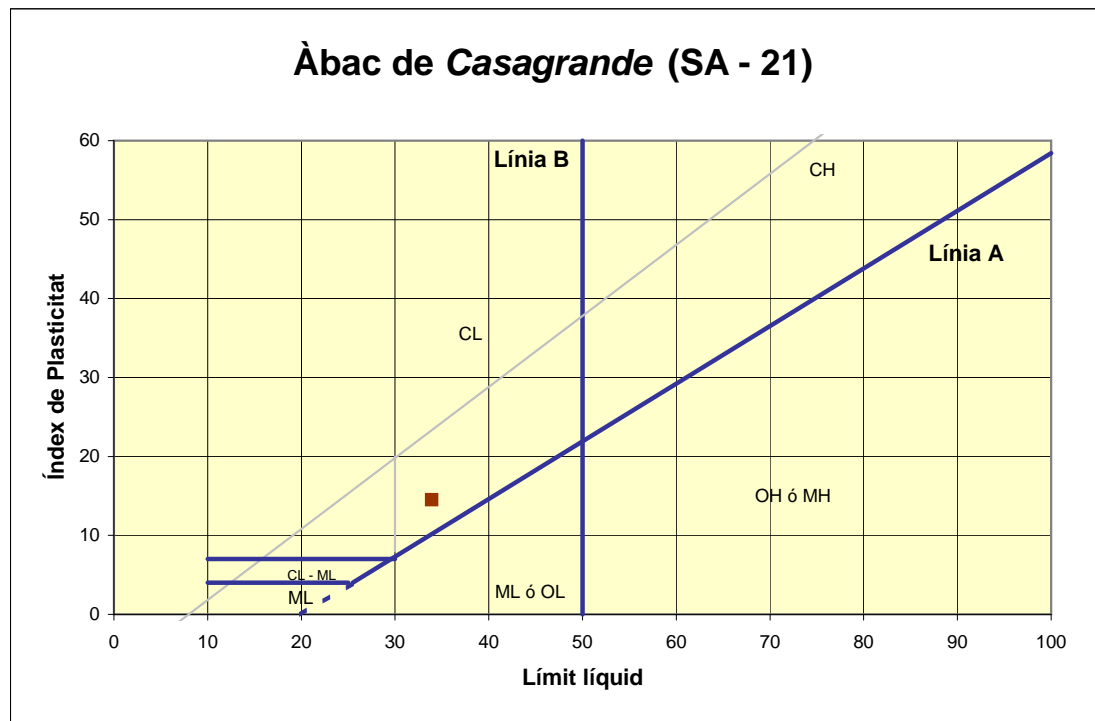
Mostra	SA - 20			
Edat	Quaternari			
Assaig	Límit líquid		Límit plàstic	
Tara nº	LI1	LI2	LP1	LP2
Tara	0,539	0,545	0,663	0,664
Tara + sòl + aigua	24,821	23,692	8,700	8,607
Tara + sòl	16,902	16,419	7,294	7,226
Sòl	16,363	15,874	6,631	6,562
Aigua	7,919	7,273	1,406	1,381
% Humitat	48,40	45,82	21,20	21,05
Nº cops	17	34		
LL	46,6		LP	21,1

Límit líquid (LL):	46,6 %
Límit plàstic (LP):	21,1 %
Índex de plasticitat (IP):	25,5 %



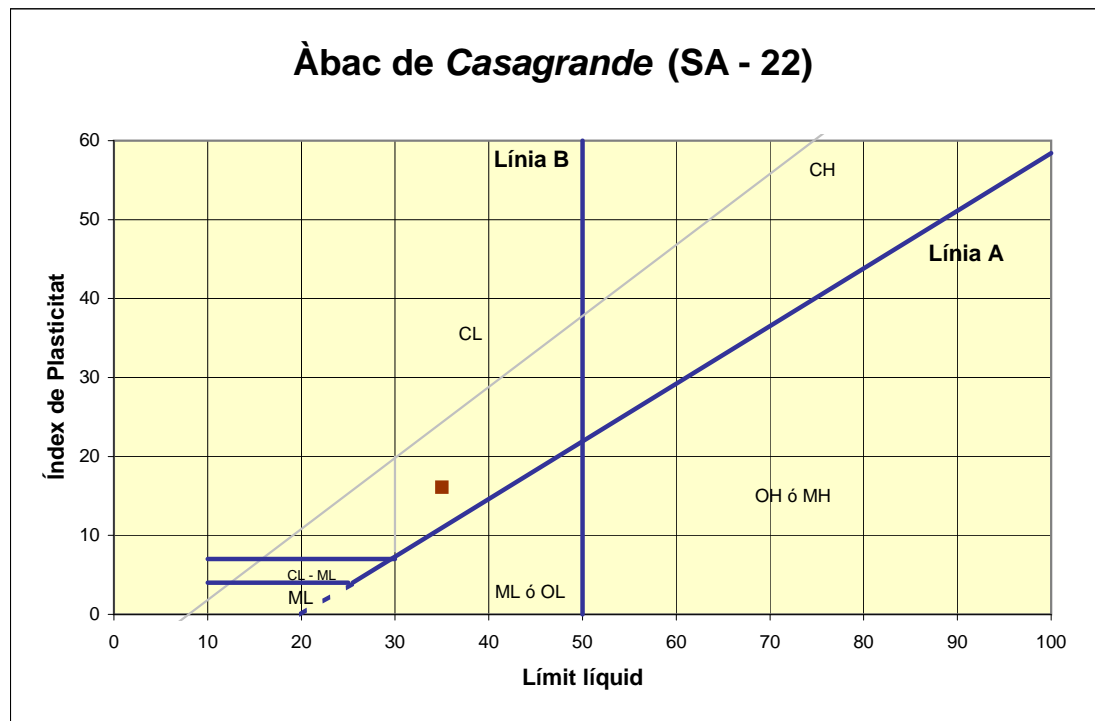
Mostra	SA - 21			
Edat	Quaternari			
Assaig	Límit líquid		Límit plàstic	
Tara nº	LI1	LI2	LP1	LP2
Tara	0,606	0,530	0,404	0,425
Tara + sòl + aigua	28,495	26,891	8,063	8,228
Tara + sòl	21,346	20,371	6,808	6,971
Sòl	20,740	19,841	6,404	6,546
Aigua	7,149	6,520	1,255	1,257
% Humitat	34,47	32,86	19,60	19,20
Nº cops	18	34		
LL	33,9		LP	19,4

Límit líquid (LL):	33,9 %
Límit plàstic (LP):	19,4 %
Índex de plasticitat (IP):	14,5 %



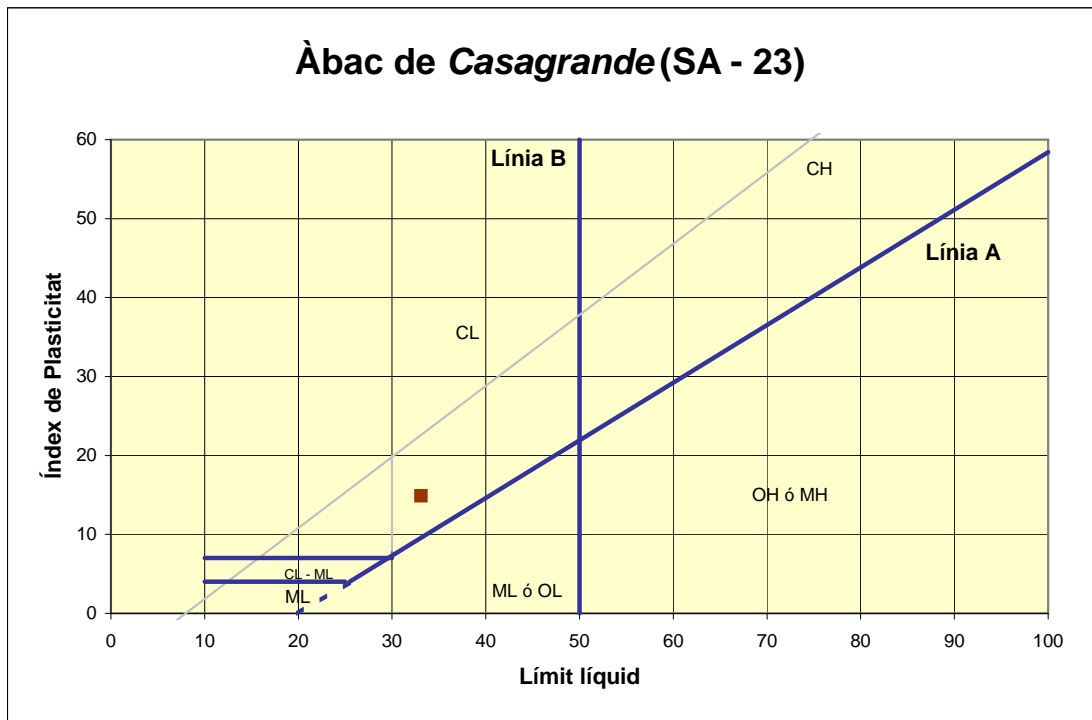
Mostra	SA - 22			
Edat	Quaternari			
Assaig	Límit líquid		Límit plàstic	
Tara nº	LI1	LI2	LP1	LP2
Tara	0,600	0,595	0,497	0,496
Tara + sòl + aigua	27,421	28,430	8,490	7,857
Tara + sòl	19,760	21,673	7,231	6,675
Sòl	19,160	21,078	6,734	6,179
Aigua	7,661	6,757	1,259	1,182
% Humitat	39,98	32,06	18,70	19,13
Nº cops	16	28		
LL	35,0		LP	18,9

Límit líquid (LL):	35,0 %
Límit plàstic (LP):	18,9 %
Índex de plasticitat (IP):	16,1 %



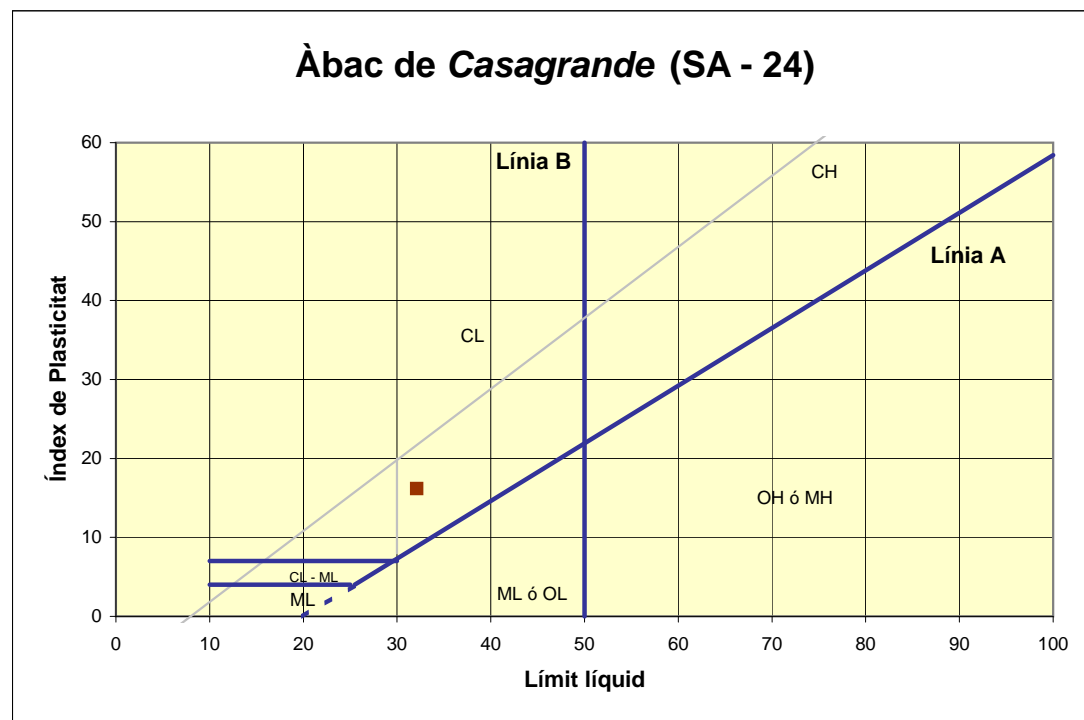
Mostra	SA - 23			
Edat	Quaternari			
Assaig	Límit líquid		Límit plàstic	
Tara nº	LI1	LI2	LP1	LP2
Tara	0,662	0,662	0,574	0,583
Tara + sòl + aigua	35,147	31,074	7,914	7,187
Tara + sòl	26,450	23,580	6,752	6,196
Sòl	25,788	22,918	6,178	5,613
Aigua	8,697	7,494	1,162	0,991
% Humitat	33,72	32,70	18,81	17,66
Nº cops	17	35		
LL	33,1		LP	18,2

Límit líquid (LL):	33,1 %
Límit plàstic (LP):	18,2 %
Índex de plasticitat (IP):	14,9 %



Mostra	SA - 24			
Edat	Quaternari			
Assaig	Límit líquid		Límit plàstic	
Tara nº	LI1	LI2	LP1	LP2
Tara	0,565	0,569	0,528	0,529
Tara + sòl + aigua	30,029	27,433	8,398	8,171
Tara + sòl	22,413	21,066	7,324	7,114
Sòl	21,848	20,497	6,796	6,585
Aigua	7,616	6,367	1,074	1,057
% Humitat	34,86	31,06	15,80	16,05
Nº cops	17	28		
LL	32,1		LP	15,9

Límit líquid (LL):	32,1 %
Límit plàstic (LP):	15,9 %
Índex de plasticitat (IP):	16,2 %



B.3

Assaigs Edomètrics

ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-01

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 46,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Sorra mitja ocre

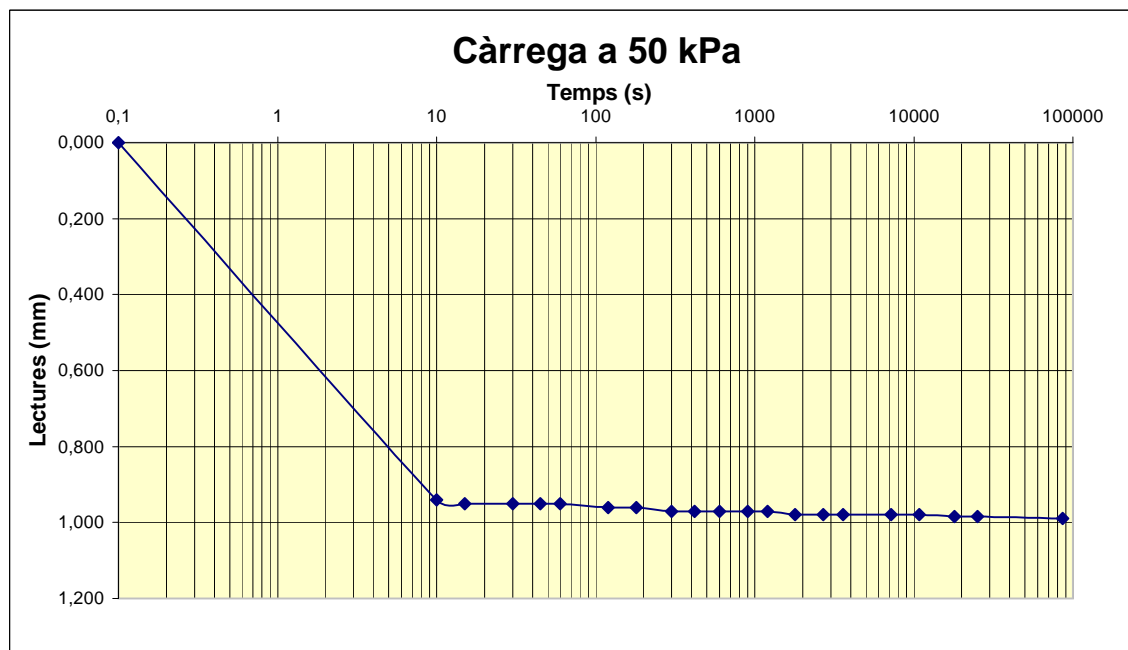
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750
10 "	0,940	1,270	1,570	1,860	2,240	2,705	2,800	2,750	2,725
15 "	0,950	1,280	1,575	1,870	2,260	2,720	2,800	2,750	2,725
30 "	0,950	1,285	1,580	1,890	2,265	2,725	2,800	2,750	2,725
45 "	0,950	1,285	1,585	1,895	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
1 '	0,950	1,285	1,585	1,900	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
2 '	0,960	1,285	1,595	1,910	2,280	2,735	2,800	2,750	2,725
3 '	0,960	1,285	1,600	1,910	2,290	2,740	2,800	2,750	2,725
5 '	0,970	1,285	1,600	1,920	2,295	2,750	2,800	2,750	2,725
7 '	0,970	1,285	1,605	1,920	2,300	2,755	2,800	2,750	2,725
10 '	0,970	1,285	1,610	1,925	2,300	2,760	2,800	2,750	2,725
15 '	0,970	1,285	1,610	1,930	2,310	2,770	2,800	2,750	2,725
20 '	0,970	1,285	1,615	1,935	2,320	2,780	2,800	2,750	2,725
30 '	0,980	1,285	1,620	1,940	2,330	2,785	2,800	2,750	2,720
45 '	0,980	1,285	1,620	1,950	2,340	2,795	2,800	2,750	2,720
1 h	0,980	1,285	1,625	1,950	2,355	2,805	2,800	2,750	2,720
2 h	0,980	1,290	1,630	1,950	2,375	2,810	2,800	2,750	2,720
3 h	0,980	1,290	1,635	1,960	2,390	2,825	2,800	2,750	2,720
5 h	0,985	1,295	1,640	1,960	2,400	2,830	2,800	2,750	2,720
7 h	0,985	1,295	1,645	1,970	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
24 h	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
Lfinal	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-01

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 46,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Sorra mitja ocre

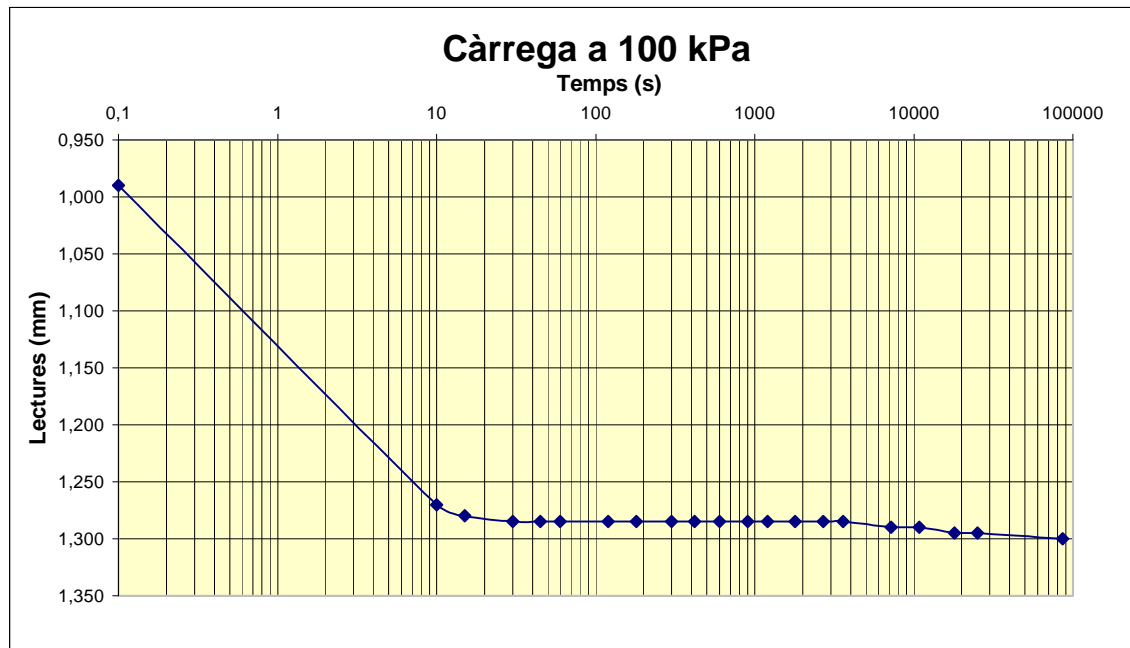
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750
10 "	0,940	1,270	1,570	1,860	2,240	2,705	2,800	2,750	2,725
15 "	0,950	1,280	1,575	1,870	2,260	2,720	2,800	2,750	2,725
30 "	0,950	1,285	1,580	1,890	2,265	2,725	2,800	2,750	2,725
45 "	0,950	1,285	1,585	1,895	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
1 '	0,950	1,285	1,585	1,900	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
2 '	0,960	1,285	1,595	1,910	2,280	2,735	2,800	2,750	2,725
3 '	0,960	1,285	1,600	1,910	2,290	2,740	2,800	2,750	2,725
5 '	0,970	1,285	1,600	1,920	2,295	2,750	2,800	2,750	2,725
7 '	0,970	1,285	1,605	1,920	2,300	2,755	2,800	2,750	2,725
10 '	0,970	1,285	1,610	1,925	2,300	2,760	2,800	2,750	2,725
15 '	0,970	1,285	1,610	1,930	2,310	2,770	2,800	2,750	2,725
20 '	0,970	1,285	1,615	1,935	2,320	2,780	2,800	2,750	2,725
30 '	0,980	1,285	1,620	1,940	2,330	2,785	2,800	2,750	2,720
45 '	0,980	1,285	1,620	1,950	2,340	2,795	2,800	2,750	2,720
1 h	0,980	1,285	1,625	1,950	2,355	2,805	2,800	2,750	2,720
2 h	0,980	1,290	1,630	1,950	2,375	2,810	2,800	2,750	2,720
3 h	0,980	1,290	1,635	1,960	2,390	2,825	2,800	2,750	2,720
5 h	0,985	1,295	1,640	1,960	2,400	2,830	2,800	2,750	2,720
7 h	0,985	1,295	1,645	1,970	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
24 h	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
Lfinal	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-01

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 46,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Sorra mitja ocre

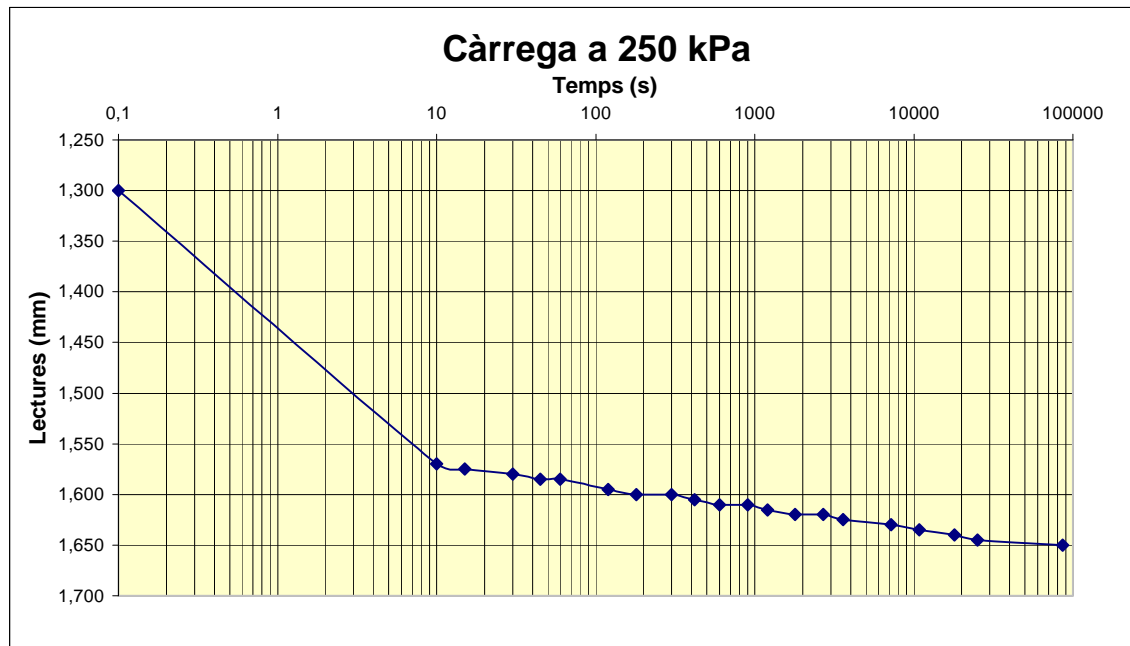
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750
10 "	0,940	1,270	1,570	1,860	2,240	2,705	2,800	2,750	2,725
15 "	0,950	1,280	1,575	1,870	2,260	2,720	2,800	2,750	2,725
30 "	0,950	1,285	1,580	1,890	2,265	2,725	2,800	2,750	2,725
45 "	0,950	1,285	1,585	1,895	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
1 '	0,950	1,285	1,585	1,900	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
2 '	0,960	1,285	1,595	1,910	2,280	2,735	2,800	2,750	2,725
3 '	0,960	1,285	1,600	1,910	2,290	2,740	2,800	2,750	2,725
5 '	0,970	1,285	1,600	1,920	2,295	2,750	2,800	2,750	2,725
7 '	0,970	1,285	1,605	1,920	2,300	2,755	2,800	2,750	2,725
10 '	0,970	1,285	1,610	1,925	2,300	2,760	2,800	2,750	2,725
15 '	0,970	1,285	1,610	1,930	2,310	2,770	2,800	2,750	2,725
20 '	0,970	1,285	1,615	1,935	2,320	2,780	2,800	2,750	2,725
30 '	0,980	1,285	1,620	1,940	2,330	2,785	2,800	2,750	2,720
45 '	0,980	1,285	1,620	1,950	2,340	2,795	2,800	2,750	2,720
1 h	0,980	1,285	1,625	1,950	2,355	2,805	2,800	2,750	2,720
2 h	0,980	1,290	1,630	1,950	2,375	2,810	2,800	2,750	2,720
3 h	0,980	1,290	1,635	1,960	2,390	2,825	2,800	2,750	2,720
5 h	0,985	1,295	1,640	1,960	2,400	2,830	2,800	2,750	2,720
7 h	0,985	1,295	1,645	1,970	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
24 h	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
Lfinal	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-01

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 46,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Sorra mitja ocre

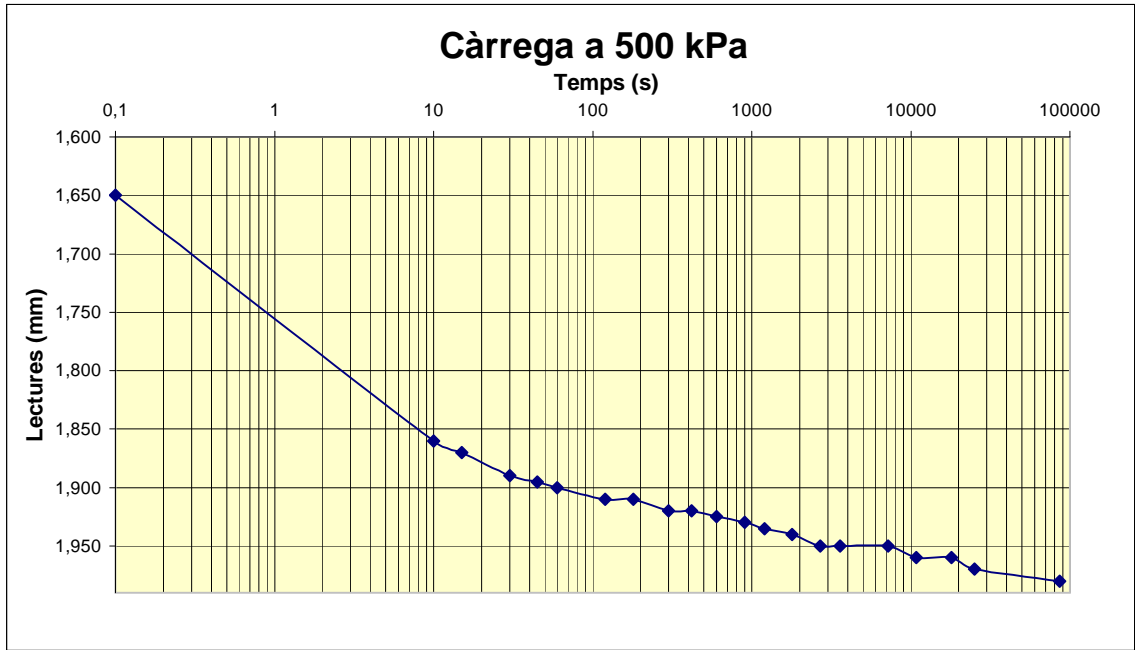
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750
10 "	0,940	1,270	1,570	1,860	2,240	2,705	2,800	2,750	2,725
15 "	0,950	1,280	1,575	1,870	2,260	2,720	2,800	2,750	2,725
30 "	0,950	1,285	1,580	1,890	2,265	2,725	2,800	2,750	2,725
45 "	0,950	1,285	1,585	1,895	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
1 '	0,950	1,285	1,585	1,900	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
2 '	0,960	1,285	1,595	1,910	2,280	2,735	2,800	2,750	2,725
3 '	0,960	1,285	1,600	1,910	2,290	2,740	2,800	2,750	2,725
5 '	0,970	1,285	1,600	1,920	2,295	2,750	2,800	2,750	2,725
7 '	0,970	1,285	1,605	1,920	2,300	2,755	2,800	2,750	2,725
10 '	0,970	1,285	1,610	1,925	2,300	2,760	2,800	2,750	2,725
15 '	0,970	1,285	1,610	1,930	2,310	2,770	2,800	2,750	2,725
20 '	0,970	1,285	1,615	1,935	2,320	2,780	2,800	2,750	2,725
30 '	0,980	1,285	1,620	1,940	2,330	2,785	2,800	2,750	2,720
45 '	0,980	1,285	1,620	1,950	2,340	2,795	2,800	2,750	2,720
1 h	0,980	1,285	1,625	1,950	2,355	2,805	2,800	2,750	2,720
2 h	0,980	1,290	1,630	1,950	2,375	2,810	2,800	2,750	2,720
3 h	0,980	1,290	1,635	1,960	2,390	2,825	2,800	2,750	2,720
5 h	0,985	1,295	1,640	1,960	2,400	2,830	2,800	2,750	2,720
7 h	0,985	1,295	1,645	1,970	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
24 h	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
Lfinal	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-01

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 46,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Sorra mitja ocre

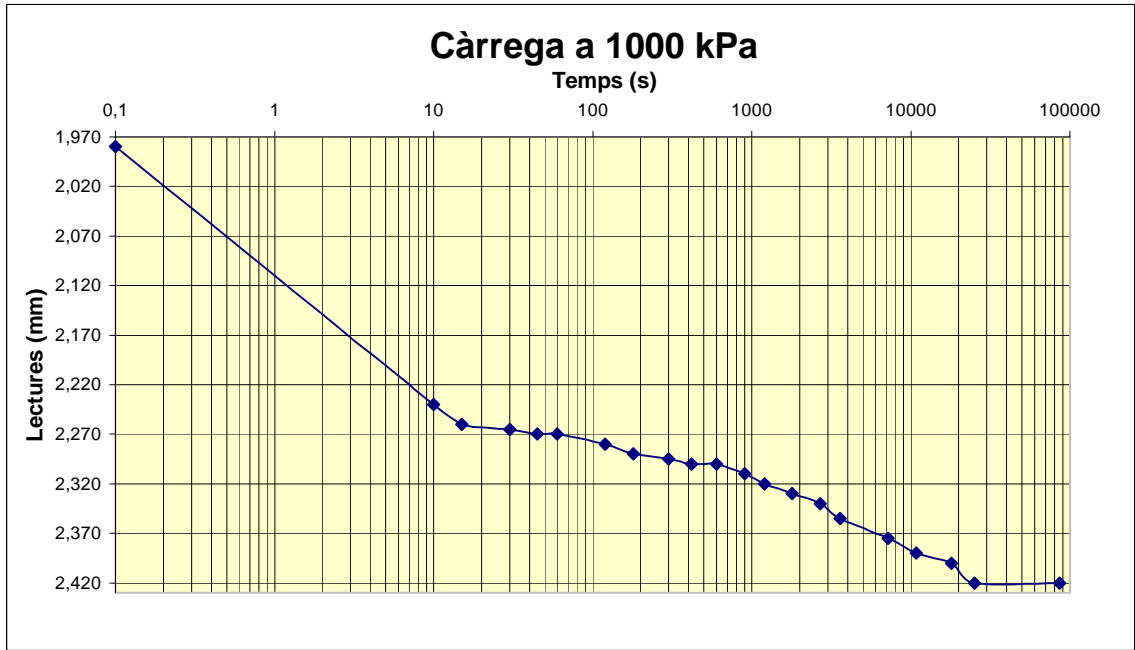
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750
10 "	0,940	1,270	1,570	1,860	2,240	2,705	2,800	2,750	2,725
15 "	0,950	1,280	1,575	1,870	2,260	2,720	2,800	2,750	2,725
30 "	0,950	1,285	1,580	1,890	2,265	2,725	2,800	2,750	2,725
45 "	0,950	1,285	1,585	1,895	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
1 '	0,950	1,285	1,585	1,900	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
2 '	0,960	1,285	1,595	1,910	2,280	2,735	2,800	2,750	2,725
3 '	0,960	1,285	1,600	1,910	2,290	2,740	2,800	2,750	2,725
5 '	0,970	1,285	1,600	1,920	2,295	2,750	2,800	2,750	2,725
7 '	0,970	1,285	1,605	1,920	2,300	2,755	2,800	2,750	2,725
10 '	0,970	1,285	1,610	1,925	2,300	2,760	2,800	2,750	2,725
15 '	0,970	1,285	1,610	1,930	2,310	2,770	2,800	2,750	2,725
20 '	0,970	1,285	1,615	1,935	2,320	2,780	2,800	2,750	2,725
30 '	0,980	1,285	1,620	1,940	2,330	2,785	2,800	2,750	2,720
45 '	0,980	1,285	1,620	1,950	2,340	2,795	2,800	2,750	2,720
1 h	0,980	1,285	1,625	1,950	2,355	2,805	2,800	2,750	2,720
2 h	0,980	1,290	1,630	1,950	2,375	2,810	2,800	2,750	2,720
3 h	0,980	1,290	1,635	1,960	2,390	2,825	2,800	2,750	2,720
5 h	0,985	1,295	1,640	1,960	2,400	2,830	2,800	2,750	2,720
7 h	0,985	1,295	1,645	1,970	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
24 h	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
Lfinal	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-01

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 46,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Sorra mitja ocre

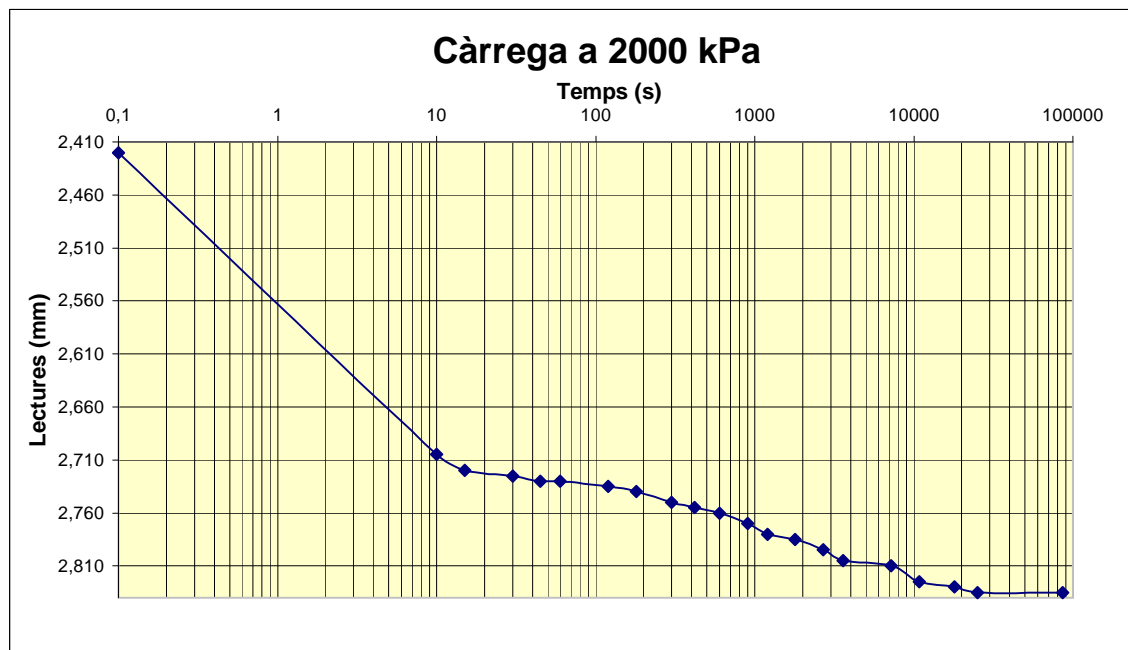
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750
10 "	0,940	1,270	1,570	1,860	2,240	2,705	2,800	2,750	2,725
15 "	0,950	1,280	1,575	1,870	2,260	2,720	2,800	2,750	2,725
30 "	0,950	1,285	1,580	1,890	2,265	2,725	2,800	2,750	2,725
45 "	0,950	1,285	1,585	1,895	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
1 '	0,950	1,285	1,585	1,900	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
2 '	0,960	1,285	1,595	1,910	2,280	2,735	2,800	2,750	2,725
3 '	0,960	1,285	1,600	1,910	2,290	2,740	2,800	2,750	2,725
5 '	0,970	1,285	1,600	1,920	2,295	2,750	2,800	2,750	2,725
7 '	0,970	1,285	1,605	1,920	2,300	2,755	2,800	2,750	2,725
10 '	0,970	1,285	1,610	1,925	2,300	2,760	2,800	2,750	2,725
15 '	0,970	1,285	1,610	1,930	2,310	2,770	2,800	2,750	2,725
20 '	0,970	1,285	1,615	1,935	2,320	2,780	2,800	2,750	2,725
30 '	0,980	1,285	1,620	1,940	2,330	2,785	2,800	2,750	2,720
45 '	0,980	1,285	1,620	1,950	2,340	2,795	2,800	2,750	2,720
1 h	0,980	1,285	1,625	1,950	2,355	2,805	2,800	2,750	2,720
2 h	0,980	1,290	1,630	1,950	2,375	2,810	2,800	2,750	2,720
3 h	0,980	1,290	1,635	1,960	2,390	2,825	2,800	2,750	2,720
5 h	0,985	1,295	1,640	1,960	2,400	2,830	2,800	2,750	2,720
7 h	0,985	1,295	1,645	1,970	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
24 h	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
Lfinal	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-01

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 46,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Sorra mitja ocre

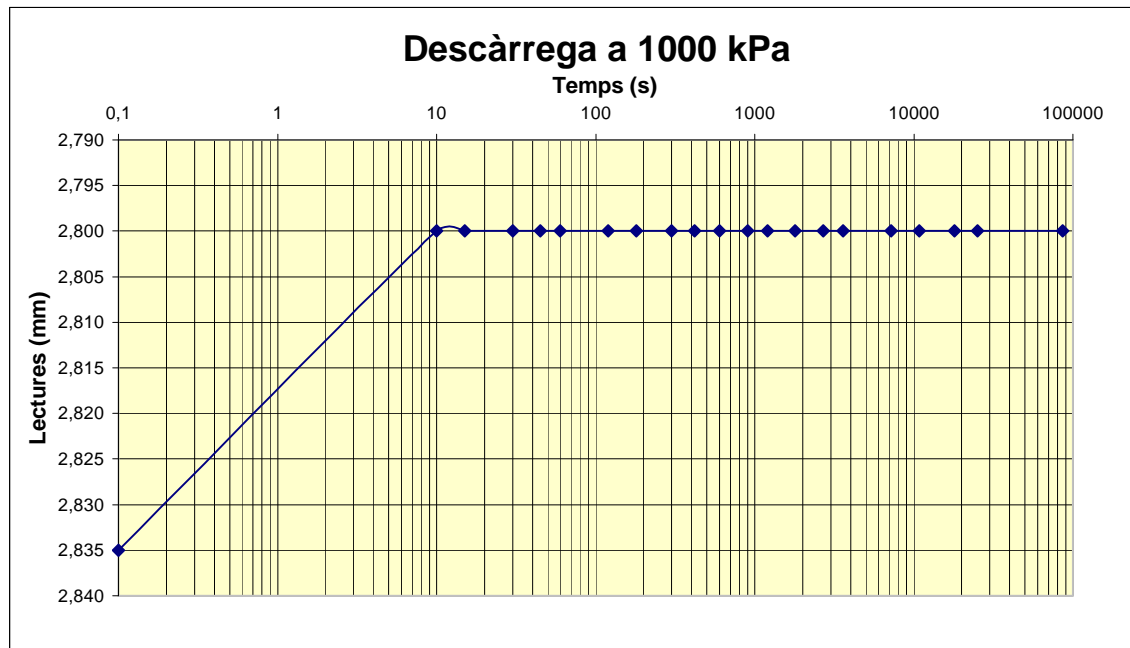
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750
10 "	0,940	1,270	1,570	1,860	2,240	2,705	2,800	2,750	2,725
15 "	0,950	1,280	1,575	1,870	2,260	2,720	2,800	2,750	2,725
30 "	0,950	1,285	1,580	1,890	2,265	2,725	2,800	2,750	2,725
45 "	0,950	1,285	1,585	1,895	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
1 '	0,950	1,285	1,585	1,900	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
2 '	0,960	1,285	1,595	1,910	2,280	2,735	2,800	2,750	2,725
3 '	0,960	1,285	1,600	1,910	2,290	2,740	2,800	2,750	2,725
5 '	0,970	1,285	1,600	1,920	2,295	2,750	2,800	2,750	2,725
7 '	0,970	1,285	1,605	1,920	2,300	2,755	2,800	2,750	2,725
10 '	0,970	1,285	1,610	1,925	2,300	2,760	2,800	2,750	2,725
15 '	0,970	1,285	1,610	1,930	2,310	2,770	2,800	2,750	2,725
20 '	0,970	1,285	1,615	1,935	2,320	2,780	2,800	2,750	2,725
30 '	0,980	1,285	1,620	1,940	2,330	2,785	2,800	2,750	2,720
45 '	0,980	1,285	1,620	1,950	2,340	2,795	2,800	2,750	2,720
1 h	0,980	1,285	1,625	1,950	2,355	2,805	2,800	2,750	2,720
2 h	0,980	1,290	1,630	1,950	2,375	2,810	2,800	2,750	2,720
3 h	0,980	1,290	1,635	1,960	2,390	2,825	2,800	2,750	2,720
5 h	0,985	1,295	1,640	1,960	2,400	2,830	2,800	2,750	2,720
7 h	0,985	1,295	1,645	1,970	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
24 h	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
Lfinal	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-01

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 46,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Sorra mitja ocre

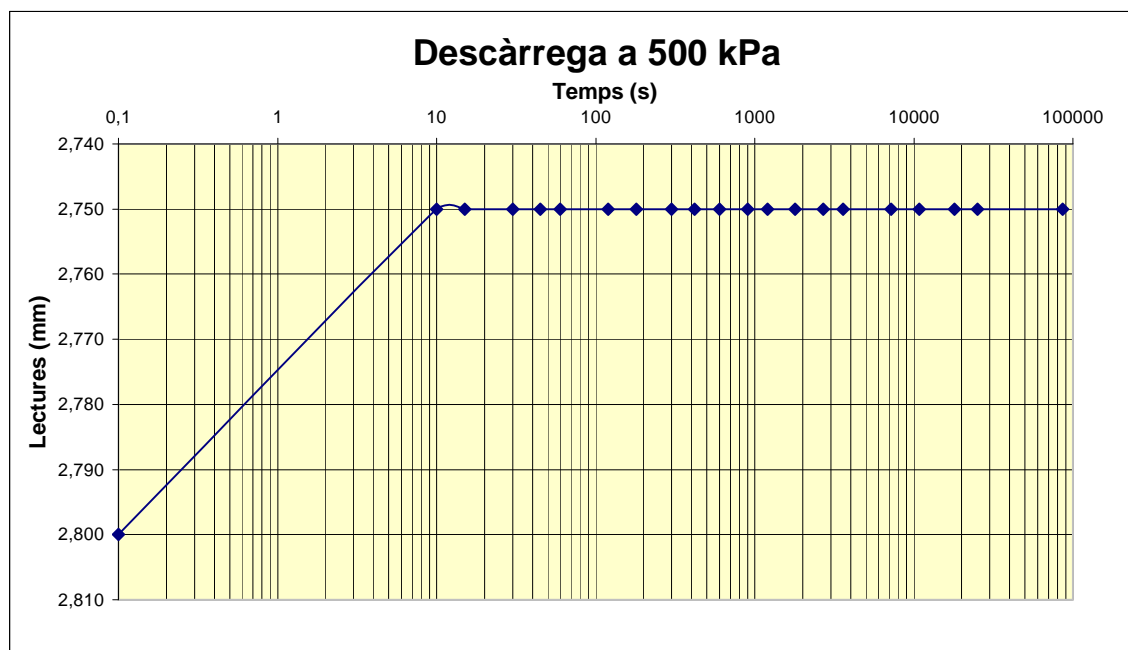
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750
10 "	0,940	1,270	1,570	1,860	2,240	2,705	2,800	2,750	2,725
15 "	0,950	1,280	1,575	1,870	2,260	2,720	2,800	2,750	2,725
30 "	0,950	1,285	1,580	1,890	2,265	2,725	2,800	2,750	2,725
45 "	0,950	1,285	1,585	1,895	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
1 '	0,950	1,285	1,585	1,900	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
2 '	0,960	1,285	1,595	1,910	2,280	2,735	2,800	2,750	2,725
3 '	0,960	1,285	1,600	1,910	2,290	2,740	2,800	2,750	2,725
5 '	0,970	1,285	1,600	1,920	2,295	2,750	2,800	2,750	2,725
7 '	0,970	1,285	1,605	1,920	2,300	2,755	2,800	2,750	2,725
10 '	0,970	1,285	1,610	1,925	2,300	2,760	2,800	2,750	2,725
15 '	0,970	1,285	1,610	1,930	2,310	2,770	2,800	2,750	2,725
20 '	0,970	1,285	1,615	1,935	2,320	2,780	2,800	2,750	2,725
30 '	0,980	1,285	1,620	1,940	2,330	2,785	2,800	2,750	2,720
45 '	0,980	1,285	1,620	1,950	2,340	2,795	2,800	2,750	2,720
1 h	0,980	1,285	1,625	1,950	2,355	2,805	2,800	2,750	2,720
2 h	0,980	1,290	1,630	1,950	2,375	2,810	2,800	2,750	2,720
3 h	0,980	1,290	1,635	1,960	2,390	2,825	2,800	2,750	2,720
5 h	0,985	1,295	1,640	1,960	2,400	2,830	2,800	2,750	2,720
7 h	0,985	1,295	1,645	1,970	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
24 h	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
Lfinal	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-01

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 46,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Sorra mitja ocre

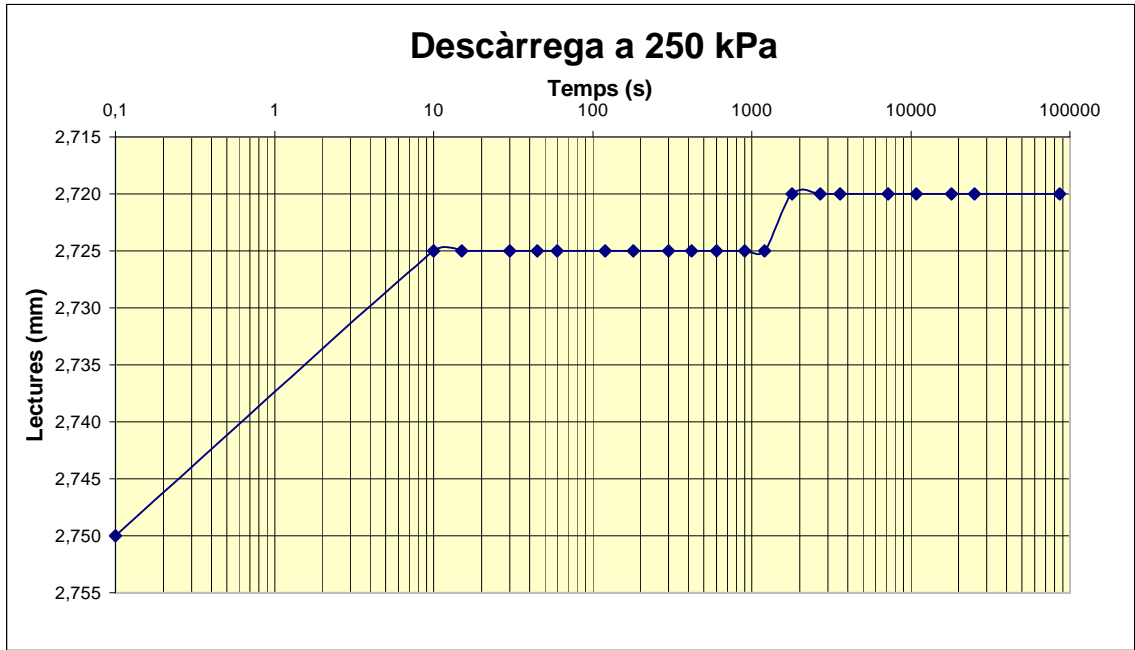
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750
10 "	0,940	1,270	1,570	1,860	2,240	2,705	2,800	2,750	2,725
15 "	0,950	1,280	1,575	1,870	2,260	2,720	2,800	2,750	2,725
30 "	0,950	1,285	1,580	1,890	2,265	2,725	2,800	2,750	2,725
45 "	0,950	1,285	1,585	1,895	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
1 '	0,950	1,285	1,585	1,900	2,270	2,730	2,800	2,750	2,725
2 '	0,960	1,285	1,595	1,910	2,280	2,735	2,800	2,750	2,725
3 '	0,960	1,285	1,600	1,910	2,290	2,740	2,800	2,750	2,725
5 '	0,970	1,285	1,600	1,920	2,295	2,750	2,800	2,750	2,725
7 '	0,970	1,285	1,605	1,920	2,300	2,755	2,800	2,750	2,725
10 '	0,970	1,285	1,610	1,925	2,300	2,760	2,800	2,750	2,725
15 '	0,970	1,285	1,610	1,930	2,310	2,770	2,800	2,750	2,725
20 '	0,970	1,285	1,615	1,935	2,320	2,780	2,800	2,750	2,725
30 '	0,980	1,285	1,620	1,940	2,330	2,785	2,800	2,750	2,720
45 '	0,980	1,285	1,620	1,950	2,340	2,795	2,800	2,750	2,720
1 h	0,980	1,285	1,625	1,950	2,355	2,805	2,800	2,750	2,720
2 h	0,980	1,290	1,630	1,950	2,375	2,810	2,800	2,750	2,720
3 h	0,980	1,290	1,635	1,960	2,390	2,825	2,800	2,750	2,720
5 h	0,985	1,295	1,640	1,960	2,400	2,830	2,800	2,750	2,720
7 h	0,985	1,295	1,645	1,970	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
24 h	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720
Lfinal	0,990	1,300	1,650	1,980	2,420	2,835	2,800	2,750	2,720



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103 405/94

DADES DEL SONDEIG:

Denominació: Mostra SD-01

Procedència: Plaça Gardunya

Localitat: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

Profunditat (m): 46,3

Descripció de la mostra:

Sorra mitja ocre

Edat: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ANEL·L:

Massa de l'anell (ma): 58,75 grams

Diàmetre de l'anell (\emptyset): 5,05 cm

Radi de l'anell (r): 2,52 cm

Alçada (H_0): 2,00 cm Secció de l'anell: 19,95 cm²

ALTRES DADES:

Massa anell (ma) + mostra inicial (mi): 133,33 g → mi: 74,58 g

Massa anell (ma) + mostra final (mf): 134,31 g → mf: 75,56 g

Massa anell (ma) + mostra seca (ms): 121,93 g → ms: 63,18 g

Massa aigua (mw) = mf - ms: 12,38 g → Vw: 12,38 cm³

Lectura final sense pes (Lf): 2,55 mm → Lf: 0,255 cm

Hf = Ho - Lf: 1,745 cm

Com que: $1g_{H_2O} = 1cm^3_{H_2O} \rightarrow m_{H_2O} = V_{H_2O} = V_{Porus}$

ef = ?

$$e_f = \frac{V_P}{V_S} = \frac{V_w}{V_{Tf} - V_w} = \frac{V_w}{(\pi \cdot r^2 \cdot H_f) - V_w}$$

on, Vw = 12,38 cm³

Hf = 1,745 cm

r = 2,52 cm

ef = ?

ef = 0,55

e0 = ?

$$e_0 = \frac{L_f + H_0 \cdot e_f}{(H_0 - L_f)}$$

on, Ho = 2,00 cm

Lf = 0,255 cm

e0 = 0,78

Per trobar els índex de porositat als diferents esglaons, aplicarem:

$$ef_{esglaó} = \frac{(H_0 - \Delta H_f) \cdot e_0 - \Delta H_f}{H_0}$$

on, e0 = 0,78

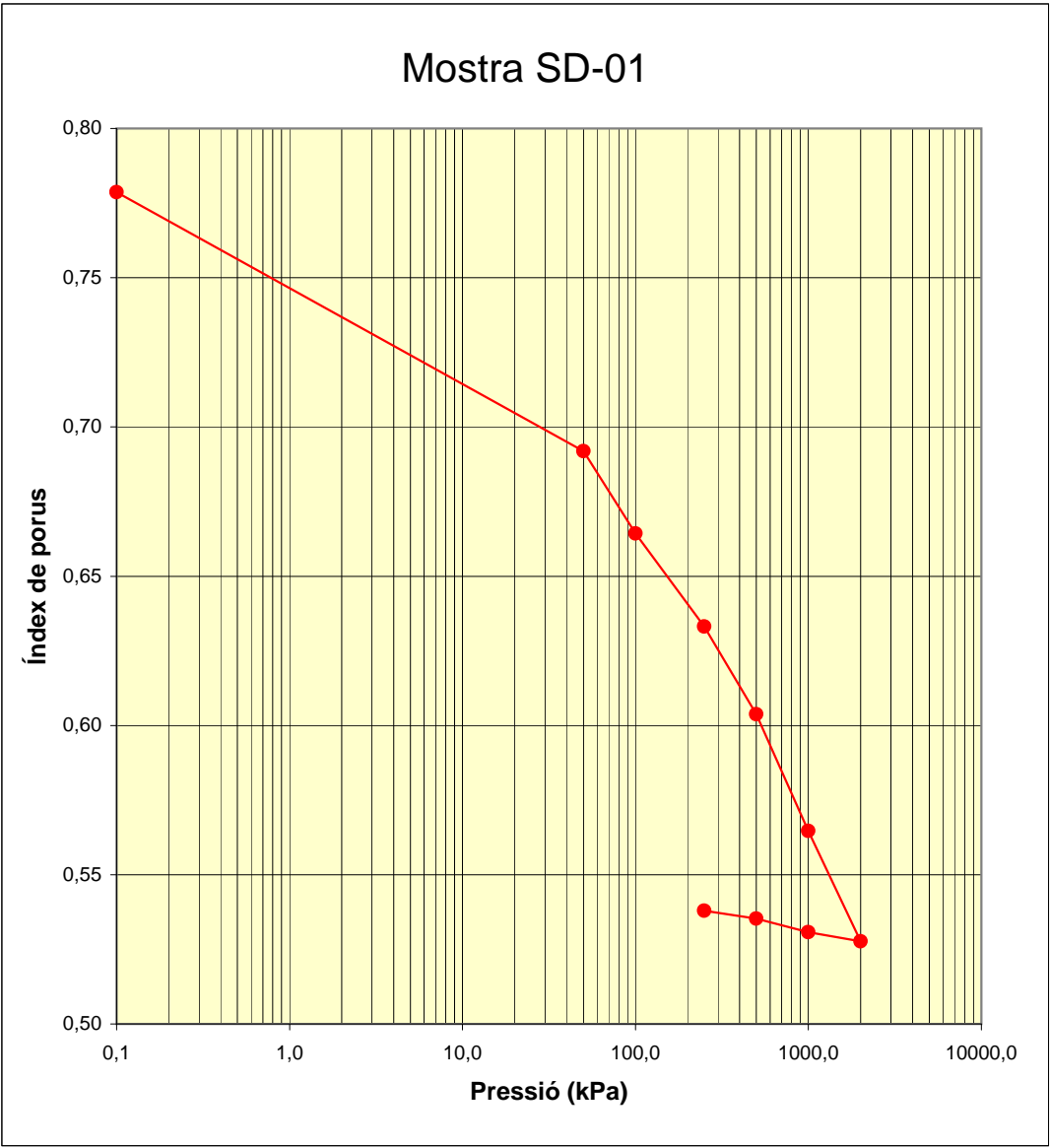
ΔH_f = lectura final de cada esglaó

Ho = 20,0 mm

ef = Índex de porositat de l'esglaó

RESULTATS:

	Pes (kg)	Pressió (kPa)	Lectura final esglaó (mm)	Índex de porositat esglaó (ef)
e0	0	0,1	0,000	0,7786
e1	1	50	0,990	0,6919
e2	2	100	1,300	0,6643
e3	5	250	1,650	0,6332
e4	10	500	1,980	0,6038
e5	20	1000	2,420	0,5646
e6	40	2000	2,835	0,5277
e7	20	1000	2,800	0,5308
e8	10	500	2,750	0,5353
e9	5	250	2,720	0,5379



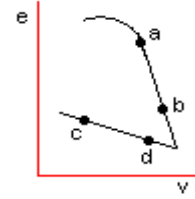
COEFICIENTS SD-01:

CÀRREGA:

Coefficient de Compressió (Cc):

$$Cc = - \frac{e_a - e_b}{\log \frac{\sigma_a}{\sigma_b}}$$

$$Cc = 0,0978$$



DESCÀRREGA:

Coefficient d'Inflament (Cs):

$$Cs = - \frac{e_c - e_d}{\log \frac{\sigma_c}{\sigma_d}}$$

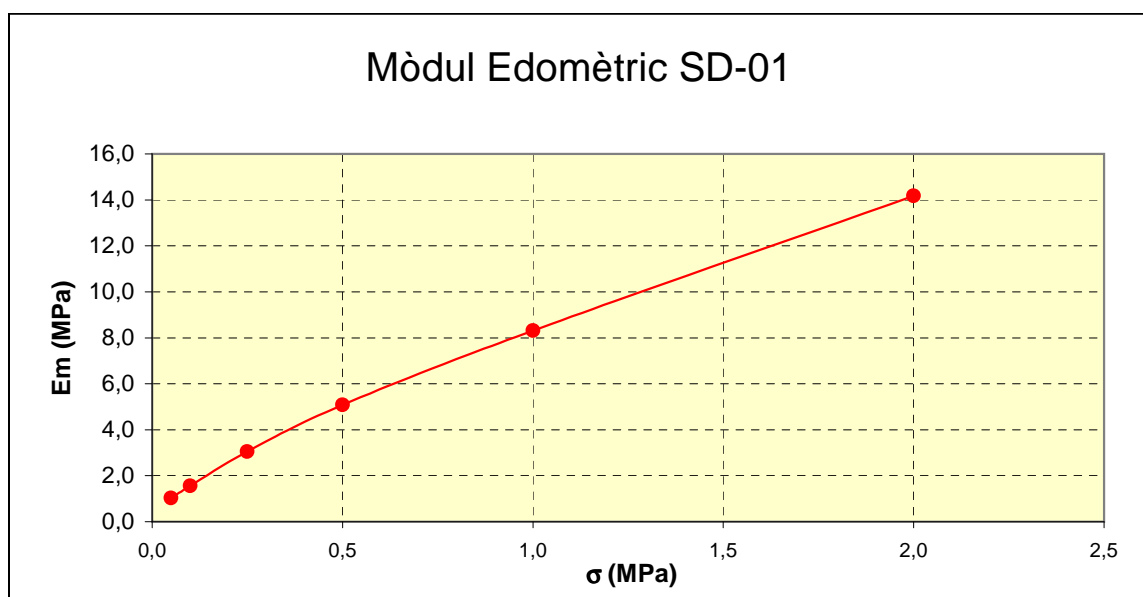
$$Cs = 0,0118$$

Mòdul Edomètric (Em):

$$E_m = \frac{(1 + e_0) \cdot \Delta \sigma}{\Delta e}$$

on, $e_0 = 0,7786$

	Índex de porositat (ef)	$\Delta \sigma$ (MPa)	Mòdul Edomètric (MPa)	$mv = 1/E_m$
Esglaó 1	0,6919	0,05	1,0253	0,9754
Esglaó 2	0,6643	0,1	1,5557	0,6428
Esglaó 3	0,6332	0,25	3,0565	0,3272
Esglaó 4	0,6038	0,5	5,0861	0,1966
Esglaó 5	0,5646	1	8,3109	0,1203
Esglaó 6	0,5277	2	14,1754	0,0705



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-02

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 40,6

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila gris/negre

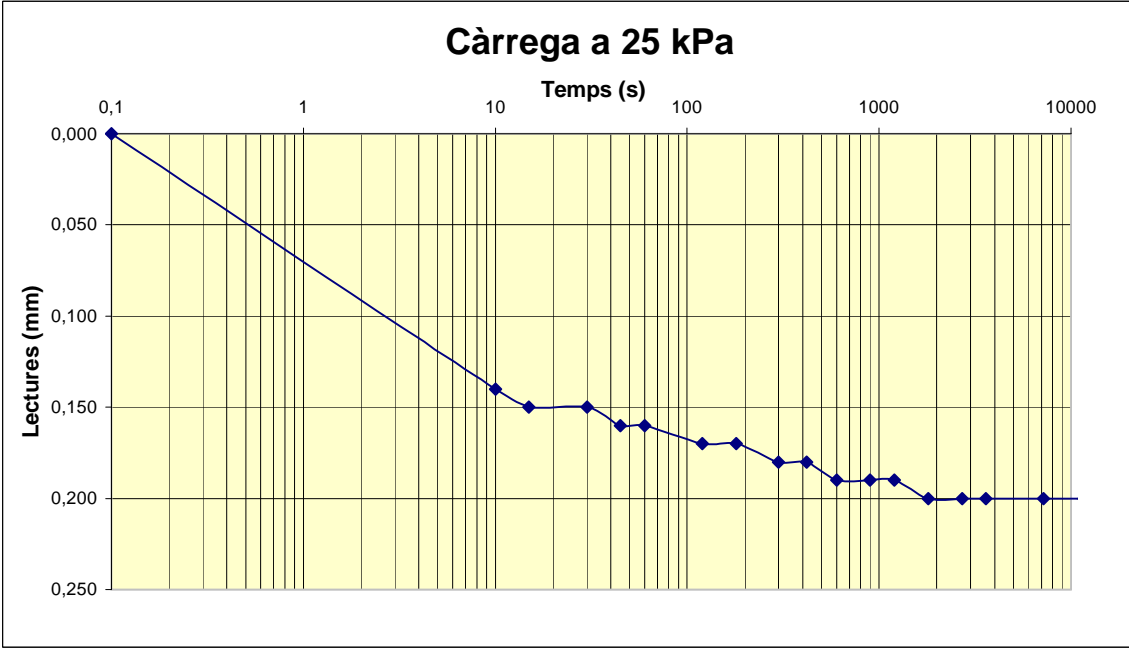
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA							DESCÀRREGA	
	0,5	1,5	2,5	5	10	20	40	20	10
	25	75	125	250	500	1000	2000	1000	500
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530
10 "	0,140	0,340	0,580	0,860	1,305	1,710	2,190	2,600	2,480
15 "	0,150	0,350	0,585	0,880	1,310	1,730	2,200	2,590	2,470
30 "	0,150	0,365	0,595	0,900	1,320	1,750	2,220	2,585	2,470
45 "	0,160	0,375	0,600	0,905	1,330	1,765	2,235	2,580	2,465
1 '	0,160	0,380	0,610	0,915	1,340	1,780	2,250	2,575	2,460
2 '	0,170	0,400	0,620	0,940	1,365	1,795	2,295	2,570	2,450
3 '	0,170	0,410	0,630	0,950	1,380	1,815	2,325	2,560	2,440
5 '	0,180	0,420	0,640	0,970	1,415	1,850	2,370	2,550	2,425
7 '	0,180	0,430	0,650	0,990	1,440	1,900	2,400	2,545	2,410
10 '	0,190	0,440	0,665	1,010	1,460	1,935	2,440	2,540	2,405
15 '	0,190	0,455	0,680	1,030	1,483	1,950	2,475	2,540	2,395
20 '	0,190	0,460	0,685	1,040	1,500	1,960	2,495	2,540	2,390
30 '	0,200	0,470	0,695	1,060	1,520	1,975	2,520	2,540	2,380
45 '	0,200	0,480	0,705	1,070	1,535	1,990	2,535	2,540	2,375
1 h	0,200	0,490	0,710	1,080	1,550	2,005	2,545	2,535	2,375
2 h	0,200	0,500	0,725	1,090	1,570	2,020	2,570	2,535	2,370
3 h	0,200	0,505	0,730	1,100	1,585	2,030	2,585	2,535	2,370
5 h	0,200	0,505	0,740	1,110	1,600	2,045	2,600	2,535	2,370
7 h	0,200	0,505	0,740	1,115	1,610	2,050	2,610	2,530	2,365
24 h	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360
Lfinal	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-02

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 40,6

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila gris/negre

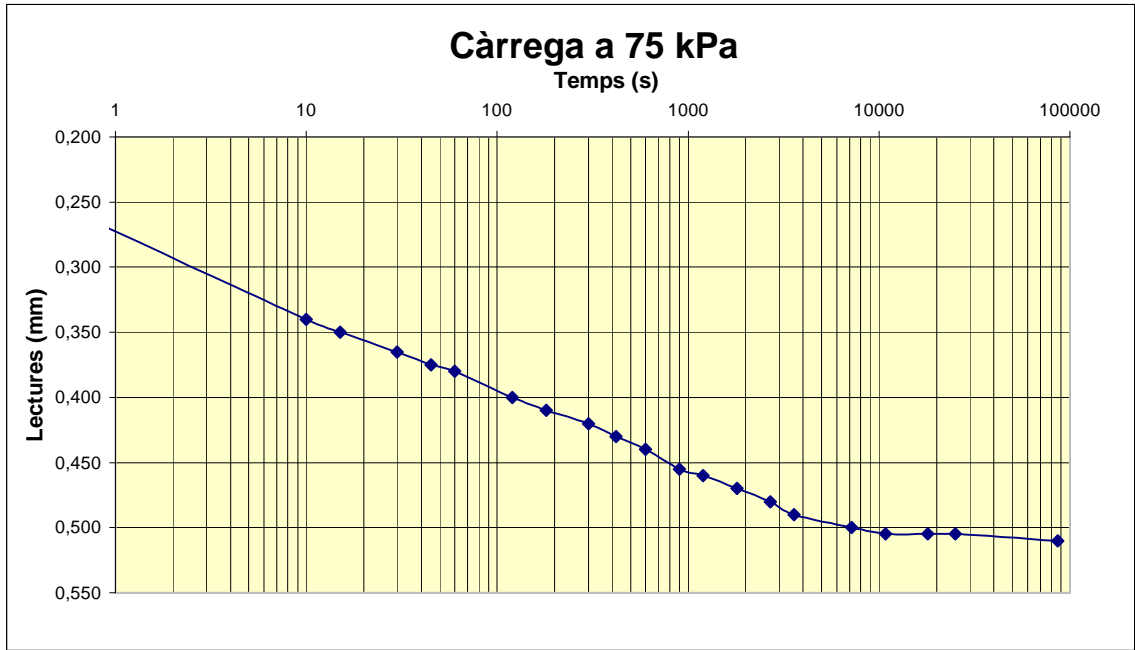
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA							DESCÀRREGA	
	0,5	1,5	2,5	5	10	20	40	20	10
	25	75	125	250	500	1000	2000	1000	500
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530
10 "	0,140	0,340	0,580	0,860	1,305	1,710	2,190	2,600	2,480
15 "	0,150	0,350	0,585	0,880	1,310	1,730	2,200	2,590	2,470
30 "	0,150	0,365	0,595	0,900	1,320	1,750	2,220	2,585	2,470
45 "	0,160	0,375	0,600	0,905	1,330	1,765	2,235	2,580	2,465
1 '	0,160	0,380	0,610	0,915	1,340	1,780	2,250	2,575	2,460
2 '	0,170	0,400	0,620	0,940	1,365	1,795	2,295	2,570	2,450
3 '	0,170	0,410	0,630	0,950	1,380	1,815	2,325	2,560	2,440
5 '	0,180	0,420	0,640	0,970	1,415	1,850	2,370	2,550	2,425
7 '	0,180	0,430	0,650	0,990	1,440	1,900	2,400	2,545	2,410
10 '	0,190	0,440	0,665	1,010	1,460	1,935	2,440	2,540	2,405
15 '	0,190	0,455	0,680	1,030	1,483	1,950	2,475	2,540	2,395
20 '	0,190	0,460	0,685	1,040	1,500	1,960	2,495	2,540	2,390
30 '	0,200	0,470	0,695	1,060	1,520	1,975	2,520	2,540	2,380
45 '	0,200	0,480	0,705	1,070	1,535	1,990	2,535	2,540	2,375
1 h	0,200	0,490	0,710	1,080	1,550	2,005	2,545	2,535	2,375
2 h	0,200	0,500	0,725	1,090	1,570	2,020	2,570	2,535	2,370
3 h	0,200	0,505	0,730	1,100	1,585	2,030	2,585	2,535	2,370
5 h	0,200	0,505	0,740	1,110	1,600	2,045	2,600	2,535	2,370
7 h	0,200	0,505	0,740	1,115	1,610	2,050	2,610	2,530	2,365
24 h	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360
Lfinal	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-02

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 40,6

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila gris/negre

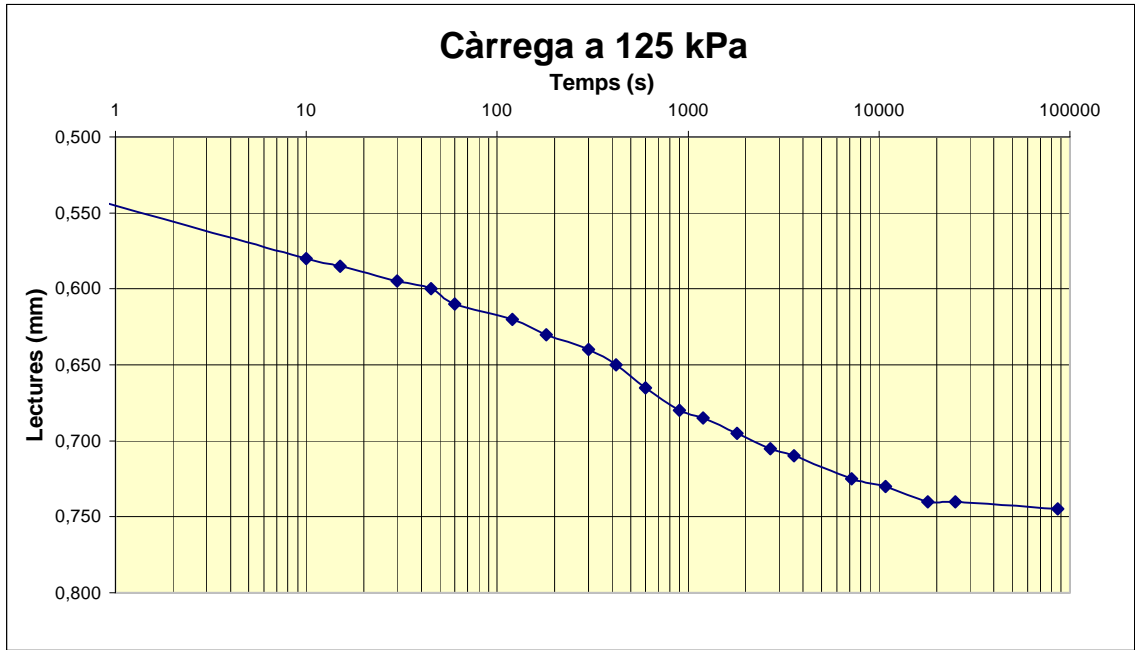
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA							DESCÀRREGA	
	0,5	1,5	2,5	5	10	20	40	20	10
	25	75	125	250	500	1000	2000	1000	500
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530
10 "	0,140	0,340	0,580	0,860	1,305	1,710	2,190	2,600	2,480
15 "	0,150	0,350	0,585	0,880	1,310	1,730	2,200	2,590	2,470
30 "	0,150	0,365	0,595	0,900	1,320	1,750	2,220	2,585	2,470
45 "	0,160	0,375	0,600	0,905	1,330	1,765	2,235	2,580	2,465
1 '	0,160	0,380	0,610	0,915	1,340	1,780	2,250	2,575	2,460
2 '	0,170	0,400	0,620	0,940	1,365	1,795	2,295	2,570	2,450
3 '	0,170	0,410	0,630	0,950	1,380	1,815	2,325	2,560	2,440
5 '	0,180	0,420	0,640	0,970	1,415	1,850	2,370	2,550	2,425
7 '	0,180	0,430	0,650	0,990	1,440	1,900	2,400	2,545	2,410
10 '	0,190	0,440	0,665	1,010	1,460	1,935	2,440	2,540	2,405
15 '	0,190	0,455	0,680	1,030	1,483	1,950	2,475	2,540	2,395
20 '	0,190	0,460	0,685	1,040	1,500	1,960	2,495	2,540	2,390
30 '	0,200	0,470	0,695	1,060	1,520	1,975	2,520	2,540	2,380
45 '	0,200	0,480	0,705	1,070	1,535	1,990	2,535	2,540	2,375
1 h	0,200	0,490	0,710	1,080	1,550	2,005	2,545	2,535	2,375
2 h	0,200	0,500	0,725	1,090	1,570	2,020	2,570	2,535	2,370
3 h	0,200	0,505	0,730	1,100	1,585	2,030	2,585	2,535	2,370
5 h	0,200	0,505	0,740	1,110	1,600	2,045	2,600	2,535	2,370
7 h	0,200	0,505	0,740	1,115	1,610	2,050	2,610	2,530	2,365
24 h	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360
Lfinal	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-02

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 40,6

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila gris/negre

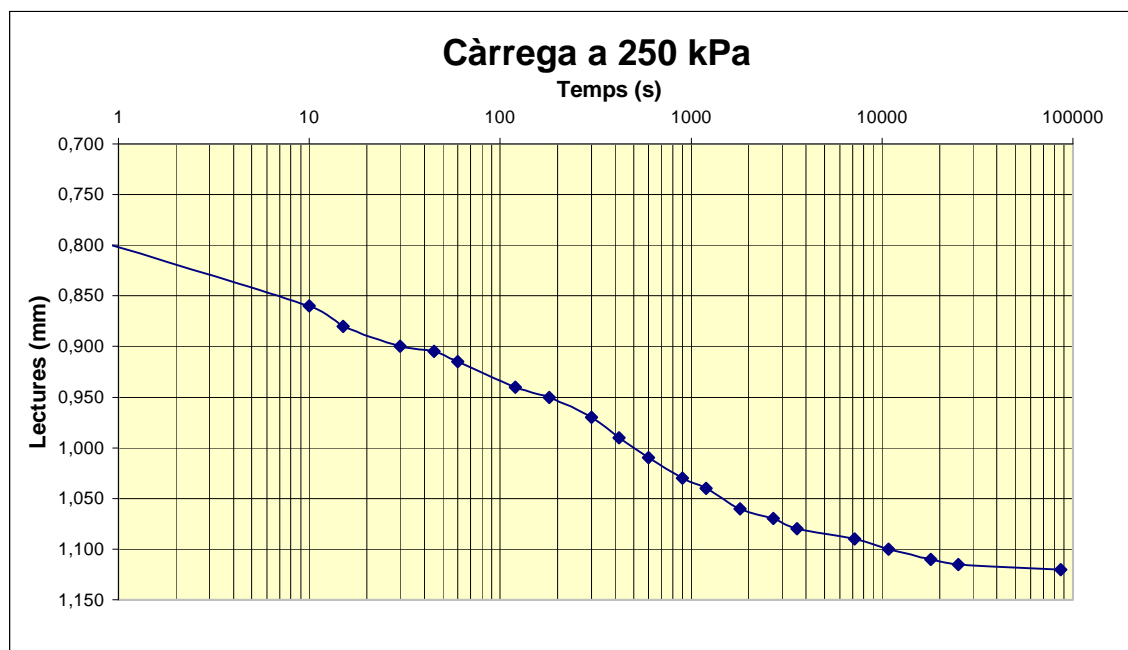
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA							DESCÀRREGA	
	0,5	1,5	2,5	5	10	20	40	20	10
	25	75	125	250	500	1000	2000	1000	500
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530
10 "	0,140	0,340	0,580	0,860	1,305	1,710	2,190	2,600	2,480
15 "	0,150	0,350	0,585	0,880	1,310	1,730	2,200	2,590	2,470
30 "	0,150	0,365	0,595	0,900	1,320	1,750	2,220	2,585	2,470
45 "	0,160	0,375	0,600	0,905	1,330	1,765	2,235	2,580	2,465
1 '	0,160	0,380	0,610	0,915	1,340	1,780	2,250	2,575	2,460
2 '	0,170	0,400	0,620	0,940	1,365	1,795	2,295	2,570	2,450
3 '	0,170	0,410	0,630	0,950	1,380	1,815	2,325	2,560	2,440
5 '	0,180	0,420	0,640	0,970	1,415	1,850	2,370	2,550	2,425
7 '	0,180	0,430	0,650	0,990	1,440	1,900	2,400	2,545	2,410
10 '	0,190	0,440	0,665	1,010	1,460	1,935	2,440	2,540	2,405
15 '	0,190	0,455	0,680	1,030	1,483	1,950	2,475	2,540	2,395
20 '	0,190	0,460	0,685	1,040	1,500	1,960	2,495	2,540	2,390
30 '	0,200	0,470	0,695	1,060	1,520	1,975	2,520	2,540	2,380
45 '	0,200	0,480	0,705	1,070	1,535	1,990	2,535	2,540	2,375
1 h	0,200	0,490	0,710	1,080	1,550	2,005	2,545	2,535	2,375
2 h	0,200	0,500	0,725	1,090	1,570	2,020	2,570	2,535	2,370
3 h	0,200	0,505	0,730	1,100	1,585	2,030	2,585	2,535	2,370
5 h	0,200	0,505	0,740	1,110	1,600	2,045	2,600	2,535	2,370
7 h	0,200	0,505	0,740	1,115	1,610	2,050	2,610	2,530	2,365
24 h	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360
Lfinal	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-02

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya LOCALITAT: Barcelona

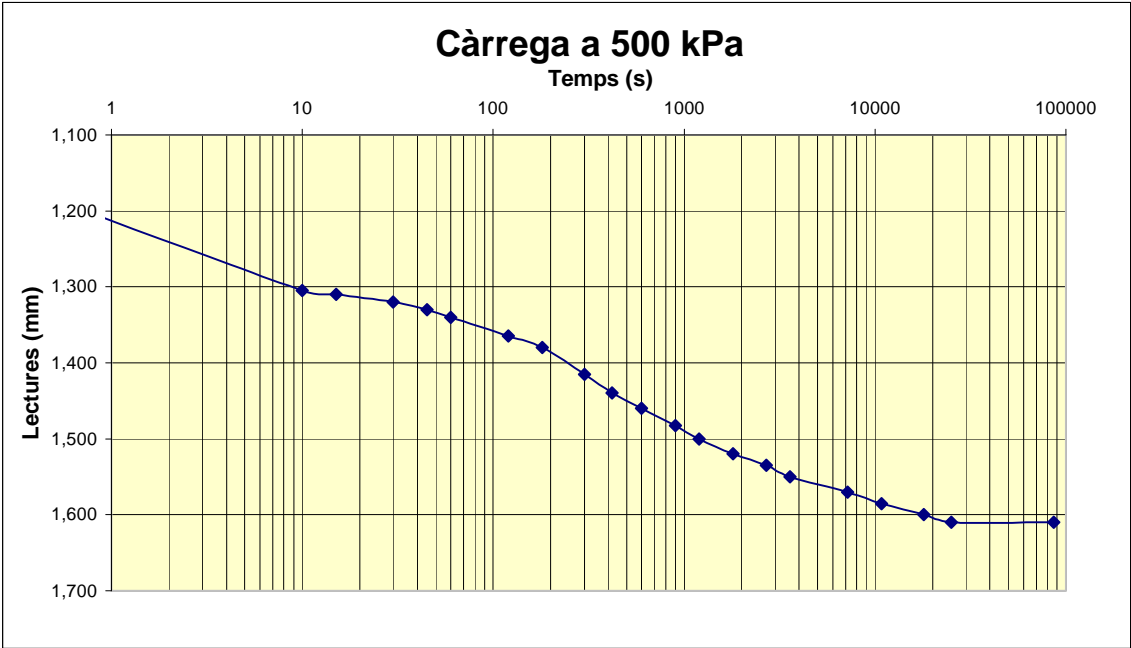
UTM X: 430 695 UTM Y: 4 581 560 PROFUNDITAT (m): 40,6

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila gris/negre EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H₀): 2,00 cm SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA							DESCÀRREGA	
	0,5	1,5	2,5	5	10	20	40	20	10
	25	75	125	250	500	1000	2000	1000	500
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530
10 "	0,140	0,340	0,580	0,860	1,305	1,710	2,190	2,600	2,480
15 "	0,150	0,350	0,585	0,880	1,310	1,730	2,200	2,590	2,470
30 "	0,150	0,365	0,595	0,900	1,320	1,750	2,220	2,585	2,470
45 "	0,160	0,375	0,600	0,905	1,330	1,765	2,235	2,580	2,465
1 '	0,160	0,380	0,610	0,915	1,340	1,780	2,250	2,575	2,460
2 '	0,170	0,400	0,620	0,940	1,365	1,795	2,295	2,570	2,450
3 '	0,170	0,410	0,630	0,950	1,380	1,815	2,325	2,560	2,440
5 '	0,180	0,420	0,640	0,970	1,415	1,850	2,370	2,550	2,425
7 '	0,180	0,430	0,650	0,990	1,440	1,900	2,400	2,545	2,410
10 '	0,190	0,440	0,665	1,010	1,460	1,935	2,440	2,540	2,405
15 '	0,190	0,455	0,680	1,030	1,483	1,950	2,475	2,540	2,395
20 '	0,190	0,460	0,685	1,040	1,500	1,960	2,495	2,540	2,390
30 '	0,200	0,470	0,695	1,060	1,520	1,975	2,520	2,540	2,380
45 '	0,200	0,480	0,705	1,070	1,535	1,990	2,535	2,540	2,375
1 h	0,200	0,490	0,710	1,080	1,550	2,005	2,545	2,535	2,375
2 h	0,200	0,500	0,725	1,090	1,570	2,020	2,570	2,535	2,370
3 h	0,200	0,505	0,730	1,100	1,585	2,030	2,585	2,535	2,370
5 h	0,200	0,505	0,740	1,110	1,600	2,045	2,600	2,535	2,370
7 h	0,200	0,505	0,740	1,115	1,610	2,050	2,610	2,530	2,365
24 h	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360
Lfinal	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-02

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 40,6

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila gris/negre

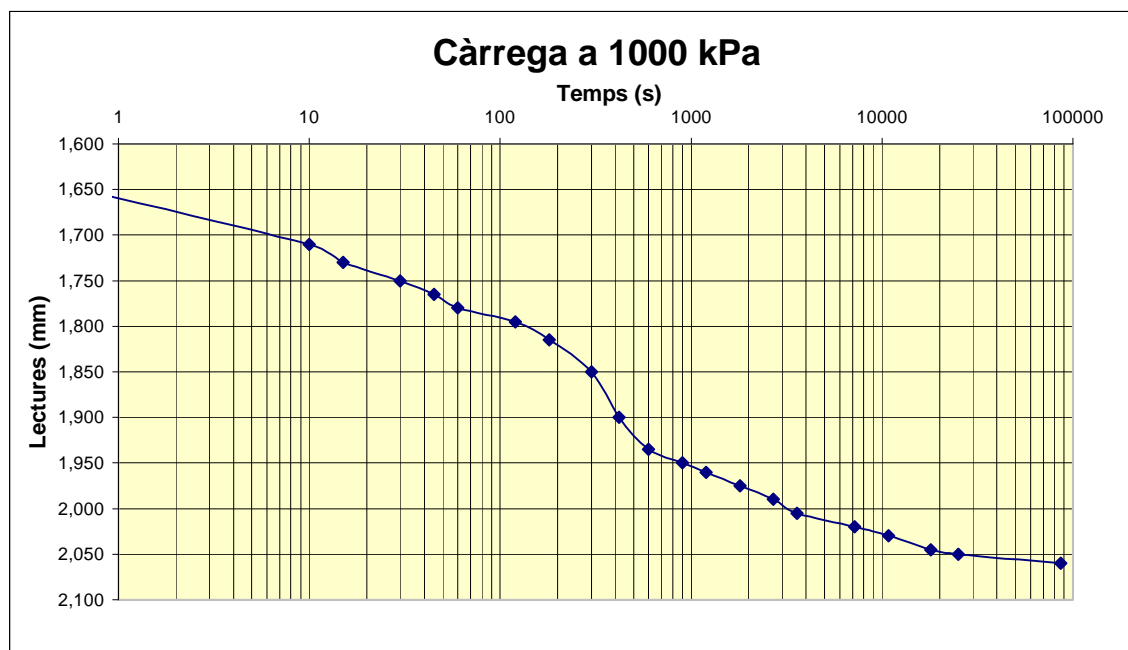
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA							DESCÀRREGA	
	0,5	1,5	2,5	5	10	20	40	20	10
	25	75	125	250	500	1000	2000	1000	500
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530
10 "	0,140	0,340	0,580	0,860	1,305	1,710	2,190	2,600	2,480
15 "	0,150	0,350	0,585	0,880	1,310	1,730	2,200	2,590	2,470
30 "	0,150	0,365	0,595	0,900	1,320	1,750	2,220	2,585	2,470
45 "	0,160	0,375	0,600	0,905	1,330	1,765	2,235	2,580	2,465
1 '	0,160	0,380	0,610	0,915	1,340	1,780	2,250	2,575	2,460
2 '	0,170	0,400	0,620	0,940	1,365	1,795	2,295	2,570	2,450
3 '	0,170	0,410	0,630	0,950	1,380	1,815	2,325	2,560	2,440
5 '	0,180	0,420	0,640	0,970	1,415	1,850	2,370	2,550	2,425
7 '	0,180	0,430	0,650	0,990	1,440	1,900	2,400	2,545	2,410
10 '	0,190	0,440	0,665	1,010	1,460	1,935	2,440	2,540	2,405
15 '	0,190	0,455	0,680	1,030	1,483	1,950	2,475	2,540	2,395
20 '	0,190	0,460	0,685	1,040	1,500	1,960	2,495	2,540	2,390
30 '	0,200	0,470	0,695	1,060	1,520	1,975	2,520	2,540	2,380
45 '	0,200	0,480	0,705	1,070	1,535	1,990	2,535	2,540	2,375
1 h	0,200	0,490	0,710	1,080	1,550	2,005	2,545	2,535	2,375
2 h	0,200	0,500	0,725	1,090	1,570	2,020	2,570	2,535	2,370
3 h	0,200	0,505	0,730	1,100	1,585	2,030	2,585	2,535	2,370
5 h	0,200	0,505	0,740	1,110	1,600	2,045	2,600	2,535	2,370
7 h	0,200	0,505	0,740	1,115	1,610	2,050	2,610	2,530	2,365
24 h	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360
Lfinal	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-02

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 40,6

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila gris/negra

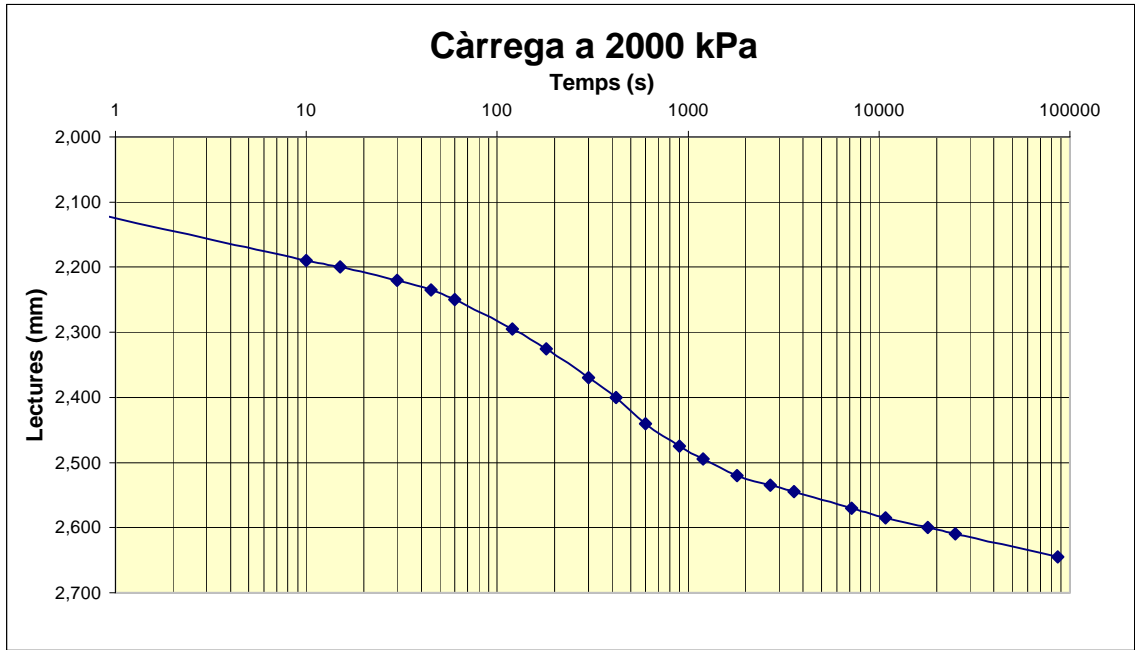
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA							DESCÀRREGA	
	0,5	1,5	2,5	5	10	20	40	20	10
	25	75	125	250	500	1000	2000	1000	500
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530
10 "	0,140	0,340	0,580	0,860	1,305	1,710	2,190	2,600	2,480
15 "	0,150	0,350	0,585	0,880	1,310	1,730	2,200	2,590	2,470
30 "	0,150	0,365	0,595	0,900	1,320	1,750	2,220	2,585	2,470
45 "	0,160	0,375	0,600	0,905	1,330	1,765	2,235	2,580	2,465
1 '	0,160	0,380	0,610	0,915	1,340	1,780	2,250	2,575	2,460
2 '	0,170	0,400	0,620	0,940	1,365	1,795	2,295	2,570	2,450
3 '	0,170	0,410	0,630	0,950	1,380	1,815	2,325	2,560	2,440
5 '	0,180	0,420	0,640	0,970	1,415	1,850	2,370	2,550	2,425
7 '	0,180	0,430	0,650	0,990	1,440	1,900	2,400	2,545	2,410
10 '	0,190	0,440	0,665	1,010	1,460	1,935	2,440	2,540	2,405
15 '	0,190	0,455	0,680	1,030	1,483	1,950	2,475	2,540	2,395
20 '	0,190	0,460	0,685	1,040	1,500	1,960	2,495	2,540	2,390
30 '	0,200	0,470	0,695	1,060	1,520	1,975	2,520	2,540	2,380
45 '	0,200	0,480	0,705	1,070	1,535	1,990	2,535	2,540	2,375
1 h	0,200	0,490	0,710	1,080	1,550	2,005	2,545	2,535	2,375
2 h	0,200	0,500	0,725	1,090	1,570	2,020	2,570	2,535	2,370
3 h	0,200	0,505	0,730	1,100	1,585	2,030	2,585	2,535	2,370
5 h	0,200	0,505	0,740	1,110	1,600	2,045	2,600	2,535	2,370
7 h	0,200	0,505	0,740	1,115	1,610	2,050	2,610	2,530	2,365
24 h	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360
Lfinal	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-02

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya LOCALITAT: Barcelona

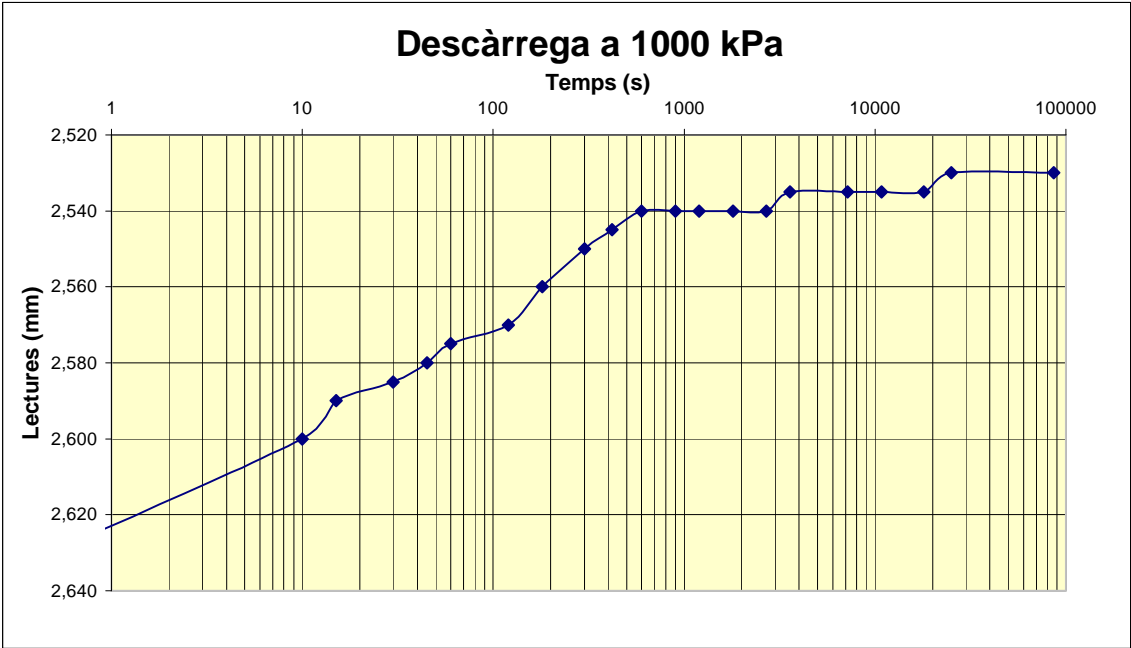
UTM X: 430 695 UTM Y: 4 581 560 PROFUNDITAT (m): 40,6

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila gris/negre EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA							DESCÀRREGA	
	0,5	1,5	2,5	5	10	20	40	20	10
	25	75	125	250	500	1000	2000	1000	500
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530
10 "	0,140	0,340	0,580	0,860	1,305	1,710	2,190	2,600	2,480
15 "	0,150	0,350	0,585	0,880	1,310	1,730	2,200	2,590	2,470
30 "	0,150	0,365	0,595	0,900	1,320	1,750	2,220	2,585	2,470
45 "	0,160	0,375	0,600	0,905	1,330	1,765	2,235	2,580	2,465
1 '	0,160	0,380	0,610	0,915	1,340	1,780	2,250	2,575	2,460
2 '	0,170	0,400	0,620	0,940	1,365	1,795	2,295	2,570	2,450
3 '	0,170	0,410	0,630	0,950	1,380	1,815	2,325	2,560	2,440
5 '	0,180	0,420	0,640	0,970	1,415	1,850	2,370	2,550	2,425
7 '	0,180	0,430	0,650	0,990	1,440	1,900	2,400	2,545	2,410
10 '	0,190	0,440	0,665	1,010	1,460	1,935	2,440	2,540	2,405
15 '	0,190	0,455	0,680	1,030	1,483	1,950	2,475	2,540	2,395
20 '	0,190	0,460	0,685	1,040	1,500	1,960	2,495	2,540	2,390
30 '	0,200	0,470	0,695	1,060	1,520	1,975	2,520	2,540	2,380
45 '	0,200	0,480	0,705	1,070	1,535	1,990	2,535	2,540	2,375
1 h	0,200	0,490	0,710	1,080	1,550	2,005	2,545	2,535	2,375
2 h	0,200	0,500	0,725	1,090	1,570	2,020	2,570	2,535	2,370
3 h	0,200	0,505	0,730	1,100	1,585	2,030	2,585	2,535	2,370
5 h	0,200	0,505	0,740	1,110	1,600	2,045	2,600	2,535	2,370
7 h	0,200	0,505	0,740	1,115	1,610	2,050	2,610	2,530	2,365
24 h	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360
Lfinal	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-02

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 40,6

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila gris/negra

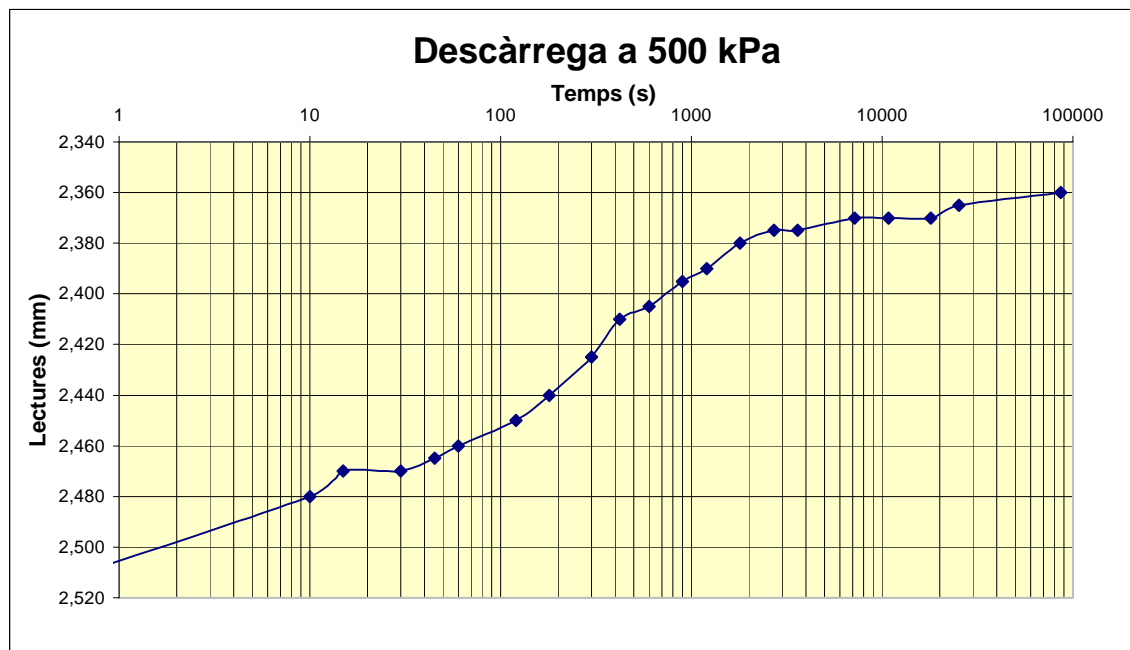
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 2,00 cm

SECCIÓ ANELL: 19,95 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA							DESCÀRREGA	
	0,5	1,5	2,5	5	10	20	40	20	10
	25	75	125	250	500	1000	2000	1000	500
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530
10 "	0,140	0,340	0,580	0,860	1,305	1,710	2,190	2,600	2,480
15 "	0,150	0,350	0,585	0,880	1,310	1,730	2,200	2,590	2,470
30 "	0,150	0,365	0,595	0,900	1,320	1,750	2,220	2,585	2,470
45 "	0,160	0,375	0,600	0,905	1,330	1,765	2,235	2,580	2,465
1 '	0,160	0,380	0,610	0,915	1,340	1,780	2,250	2,575	2,460
2 '	0,170	0,400	0,620	0,940	1,365	1,795	2,295	2,570	2,450
3 '	0,170	0,410	0,630	0,950	1,380	1,815	2,325	2,560	2,440
5 '	0,180	0,420	0,640	0,970	1,415	1,850	2,370	2,550	2,425
7 '	0,180	0,430	0,650	0,990	1,440	1,900	2,400	2,545	2,410
10 '	0,190	0,440	0,665	1,010	1,460	1,935	2,440	2,540	2,405
15 '	0,190	0,455	0,680	1,030	1,483	1,950	2,475	2,540	2,395
20 '	0,190	0,460	0,685	1,040	1,500	1,960	2,495	2,540	2,390
30 '	0,200	0,470	0,695	1,060	1,520	1,975	2,520	2,540	2,380
45 '	0,200	0,480	0,705	1,070	1,535	1,990	2,535	2,540	2,375
1 h	0,200	0,490	0,710	1,080	1,550	2,005	2,545	2,535	2,375
2 h	0,200	0,500	0,725	1,090	1,570	2,020	2,570	2,535	2,370
3 h	0,200	0,505	0,730	1,100	1,585	2,030	2,585	2,535	2,370
5 h	0,200	0,505	0,740	1,110	1,600	2,045	2,600	2,535	2,370
7 h	0,200	0,505	0,740	1,115	1,610	2,050	2,610	2,530	2,365
24 h	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360
Lfinal	0,205	0,510	0,745	1,120	1,610	2,060	2,645	2,530	2,360



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103 405/94

DADES DEL SONDEIG:

Denominació: Mostra SD-02
Procedència: Plaça Gardunya Localitat: Barcelona
UTM X: 430 695 UTM Y: 4 581 560 Profunditat (m): 40,6
Descripció de la mostra: Argila gris/negra Edat: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ANEL·L:

Massa de l'anell (ma): 58,16 grams
Diàmetre de l'anell (Ø): 5,05 cm Radi de l'anell (r): 2,52 cm
Alçada (H₀): 2,00 cm Secció de l'anell: 19,95 cm²

ALTRES DADES:

Massa anell (ma) + mostra inicial (mi): 145,74 g → mi: 87,58 g
Massa anell (ma) + mostra final (mf): 145,60 g → mf: 87,44 g
Massa anell (ma) + mostra seca (ms): 129,78 g → ms: 71,62 g
Massa aigua (mw) = mf - ms: 15,82 g → Vw: 15,82 cm³
Lectura final sense pes (Lf): 1,44 mm → Lf: 0,144 cm
Hf = H₀ - Lf: 1,856 cm

Com que: $1g_{H_2O} = 1cm^3_{H_2O} \rightarrow m_{H_2O} = V_{H_2O} = V_{Porus}$

ef = ?

$$e_f = \frac{V_P}{V_S} = \frac{V_w}{V_{Tf} - V_w} = \frac{V_w}{(\pi \cdot r^2 \cdot H_f) - V_w}$$

on, Vw = 15,82 cm³
Hf = 1,856 cm
r = 2,52 cm
ef = ?

ef = 0,75

e0 = ?

$$e_0 = \frac{L_f + H_0 \cdot e_f}{(H_0 - L_f)}$$

on, Ho = 2,00 cm
Lf = 0,144 cm

e0 = 0,88

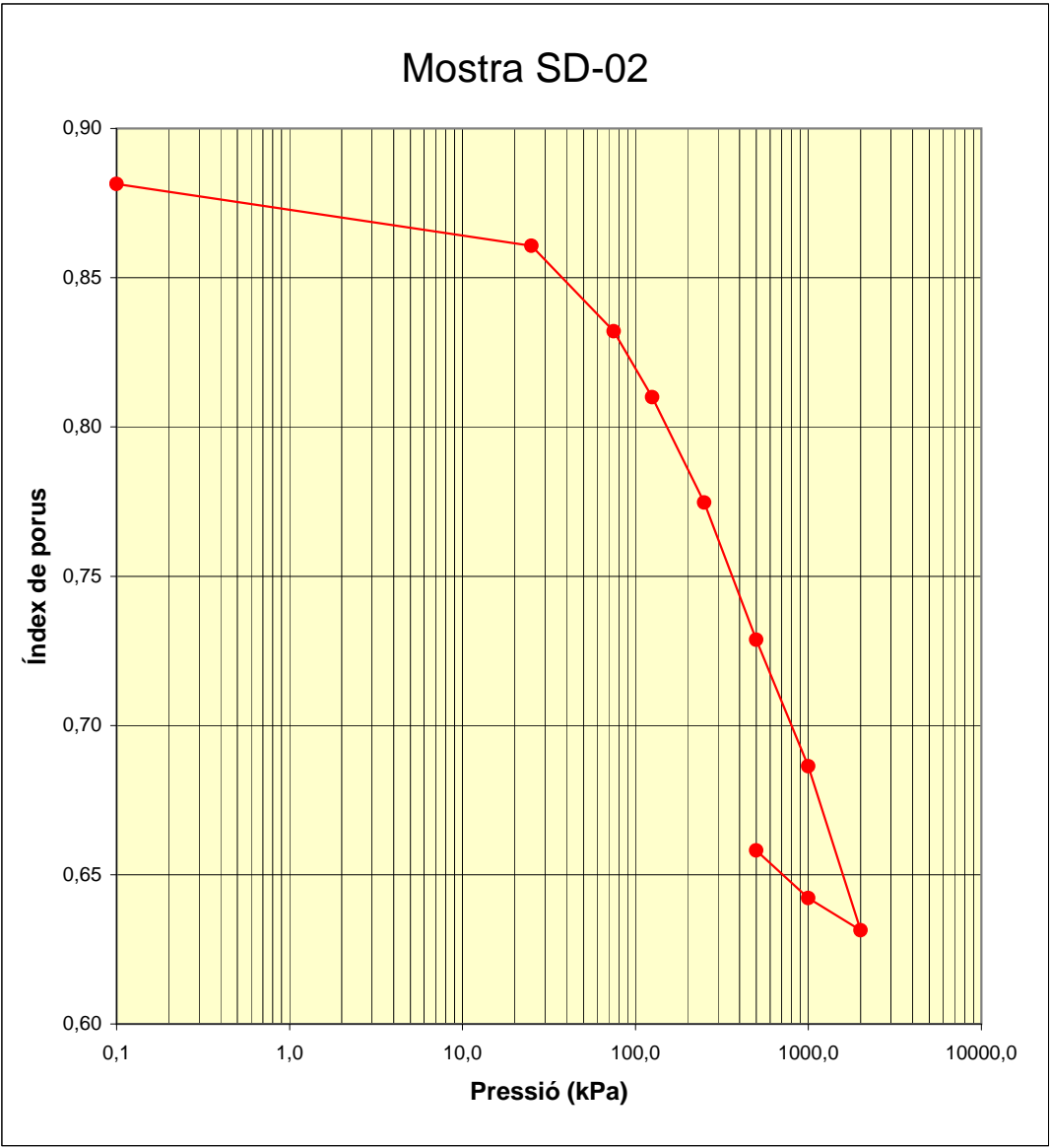
Per trobar els índex de porositat als diferents esglaons, aplicarem:

$$e_{f_{esglaó}} = \frac{(H_0 - \Delta H_f) \cdot e_0 - \Delta H_f}{H_0}$$

on, e0 = 0,88
ΔHf = lectura final de cada esglaó
Ho = 20,0 mm
ef = Índex de porositat de l'esglaó

RESULTATS:

	Pes (kg)	Pressió (kPa)	Lectura final esglaó (mm)	Índex de porositat esglaó (ef)
e0	0	0,1	0,000	0,8814
e1	0,5	25	0,205	0,8607
e2	1,5	75	0,510	0,8321
e3	2,5	125	0,745	0,8100
e4	5	250	1,120	0,7747
e5	10	500	1,610	0,7287
e6	20	1000	2,060	0,6864
e7	40	2000	2,645	0,6314
e8	20	1000	2,530	0,6422
e9	10	500	2,360	0,6582



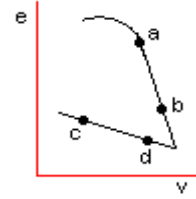
COEFICIENTS SD-02:

CÀRREGA:

Coefficient de Compressió (Cc):

$$Cc = - \frac{e_a - e_b}{\log \frac{\sigma_a}{\sigma_b}}$$

$$Cc = 0,1295$$



DESCÀRREGA:

Coefficient d'Inflament (Cs):

$$Cs = - \frac{e_c - e_d}{\log \frac{\sigma_c}{\sigma_d}}$$

$$Cs = 0,0531$$

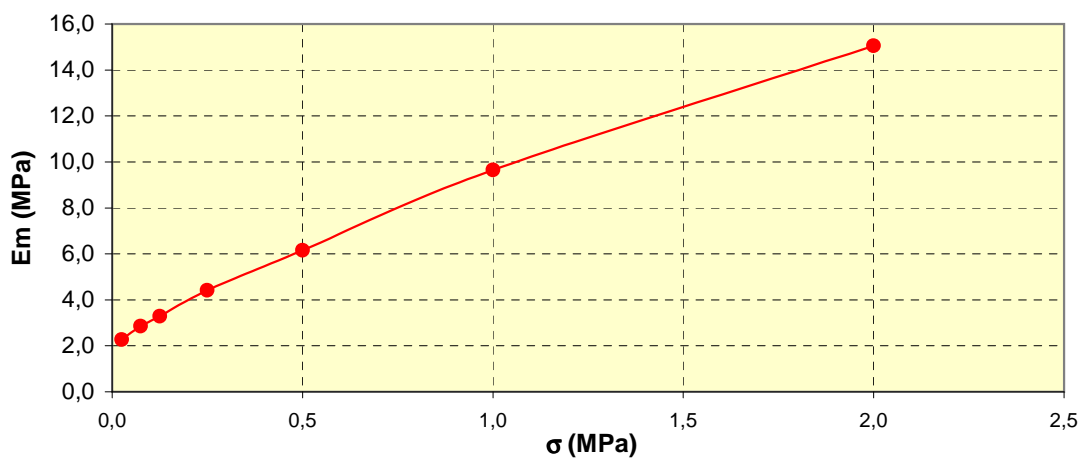
Mòdul Edomètric (Em):

$$E_m = \frac{(1 + e_0) \cdot \Delta \sigma}{\Delta e}$$

$$\text{on, } e_0 = 0,8814$$

	Índex de porositat (ef)	$\Delta \sigma$ (MPa)	Mòdul Edomètric (MPa)	$mv = 1/E_m$
Esglaó 1	0,8607	0,025	2,2744	0,4397
Esglaó 2	0,8321	0,075	2,8593	0,3497
Esglaó 3	0,8100	0,125	3,2919	0,3038
Esglaó 4	0,7747	0,25	4,4086	0,2268
Esglaó 5	0,7287	0,5	6,1584	0,1624
Esglaó 6	0,6864	1	9,6458	0,1037
Esglaó 7	0,6314	2	15,0488	0,0665

Mòdul Edomètric SD-02



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-03

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 37,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila ocre

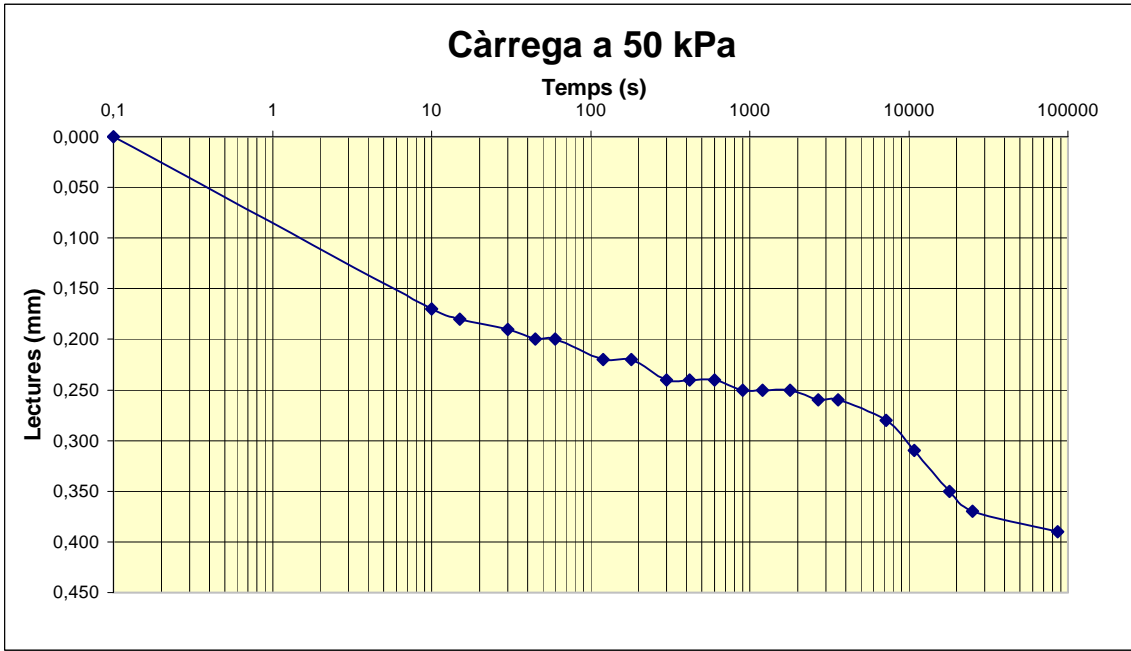
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 1,99 cm

SECCIÓ ANELL: 20,10 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070
10 "	0,170	0,450	0,690	1,030	1,420	1,900	2,150	2,095	2,030
15 "	0,180	0,460	0,710	1,068	1,450	1,940	2,145	2,090	2,030
30 "	0,190	0,475	0,740	1,090	1,480	1,960	2,145	2,090	2,020
45 "	0,200	0,480	0,765	1,110	1,510	1,980	2,140	2,090	2,020
1 '	0,200	0,490	0,780	1,130	1,525	1,980	2,140	2,085	2,015
2 '	0,220	0,505	0,810	1,160	1,560	2,010	2,140	2,085	2,010
3 '	0,220	0,510	0,825	1,170	1,570	2,020	2,140	2,085	2,010
5 '	0,240	0,520	0,835	1,190	1,590	2,040	2,140	2,085	2,010
7 '	0,240	0,525	0,840	1,200	1,600	2,050	2,140	2,080	2,010
10 '	0,240	0,530	0,850	1,205	1,610	2,060	2,140	2,080	2,005
15 '	0,250	0,530	0,850	1,210	1,619	2,075	2,140	2,080	2,005
20 '	0,250	0,530	0,855	1,220	1,620	2,080	2,140	2,080	2,005
30 '	0,250	0,535	0,860	1,230	1,630	2,090	2,140	2,080	2,005
45 '	0,260	0,535	0,870	1,240	1,640	2,100	2,140	2,080	2,005
1 h	0,260	0,540	0,870	1,250	1,650	2,110	2,140	2,080	2,000
2 h	0,280	0,540	0,880	1,260	1,660	2,120	2,140	2,080	2,000
3 h	0,310	0,550	0,880	1,270	1,670	2,150	2,135	2,075	2,000
5 h	0,350	0,550	0,885	1,280	1,700	2,165	2,135	2,075	2,000
7 h	0,370	0,555	0,885	1,290	1,720	2,175	2,135	2,070	1,995
24 h	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995
Lfinal	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-03

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 37,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila ocre

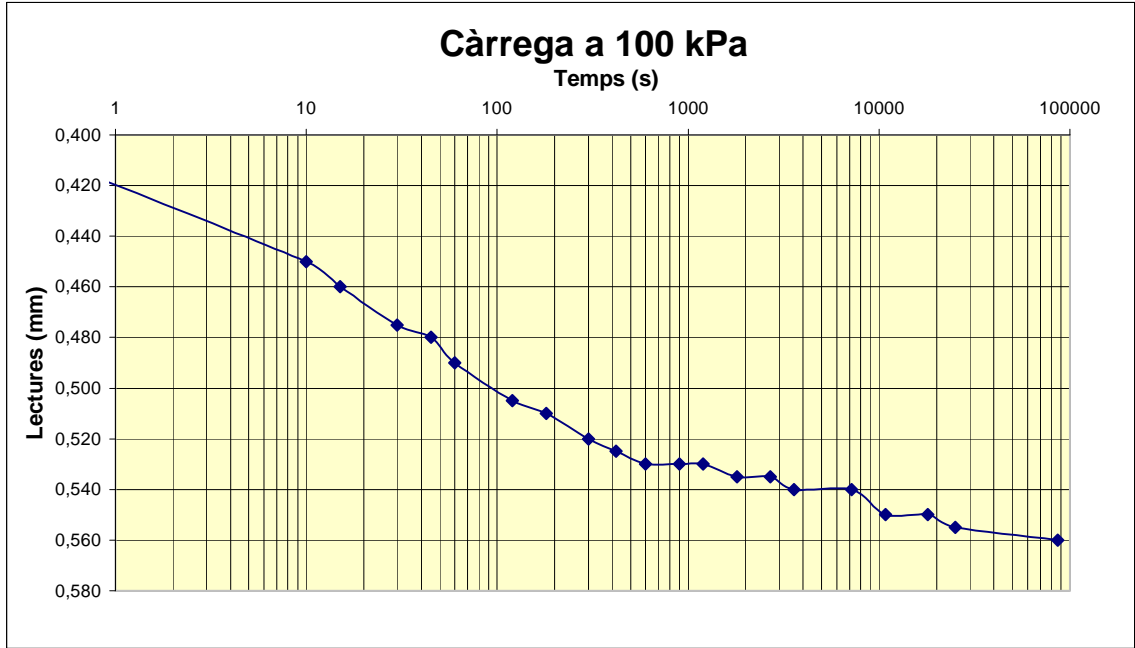
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 1,99 cm

SECCIÓ ANELL: 20,10 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070
10 "	0,170	0,450	0,690	1,030	1,420	1,900	2,150	2,095	2,030
15 "	0,180	0,460	0,710	1,068	1,450	1,940	2,145	2,090	2,030
30 "	0,190	0,475	0,740	1,090	1,480	1,960	2,145	2,090	2,020
45 "	0,200	0,480	0,765	1,110	1,510	1,980	2,140	2,090	2,020
1 '	0,200	0,490	0,780	1,130	1,525	1,980	2,140	2,085	2,015
2 '	0,220	0,505	0,810	1,160	1,560	2,010	2,140	2,085	2,010
3 '	0,220	0,510	0,825	1,170	1,570	2,020	2,140	2,085	2,010
5 '	0,240	0,520	0,835	1,190	1,590	2,040	2,140	2,085	2,010
7 '	0,240	0,525	0,840	1,200	1,600	2,050	2,140	2,080	2,010
10 '	0,240	0,530	0,850	1,205	1,610	2,060	2,140	2,080	2,005
15 '	0,250	0,530	0,850	1,210	1,619	2,075	2,140	2,080	2,005
20 '	0,250	0,530	0,855	1,220	1,620	2,080	2,140	2,080	2,005
30 '	0,250	0,535	0,860	1,230	1,630	2,090	2,140	2,080	2,005
45 '	0,260	0,535	0,870	1,240	1,640	2,100	2,140	2,080	2,005
1 h	0,260	0,540	0,870	1,250	1,650	2,110	2,140	2,080	2,000
2 h	0,280	0,540	0,880	1,260	1,660	2,120	2,140	2,080	2,000
3 h	0,310	0,550	0,880	1,270	1,670	2,150	2,135	2,075	2,000
5 h	0,350	0,550	0,885	1,280	1,700	2,165	2,135	2,075	2,000
7 h	0,370	0,555	0,885	1,290	1,720	2,175	2,135	2,070	1,995
24 h	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995
Lfinal	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-03

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 37,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila ocre

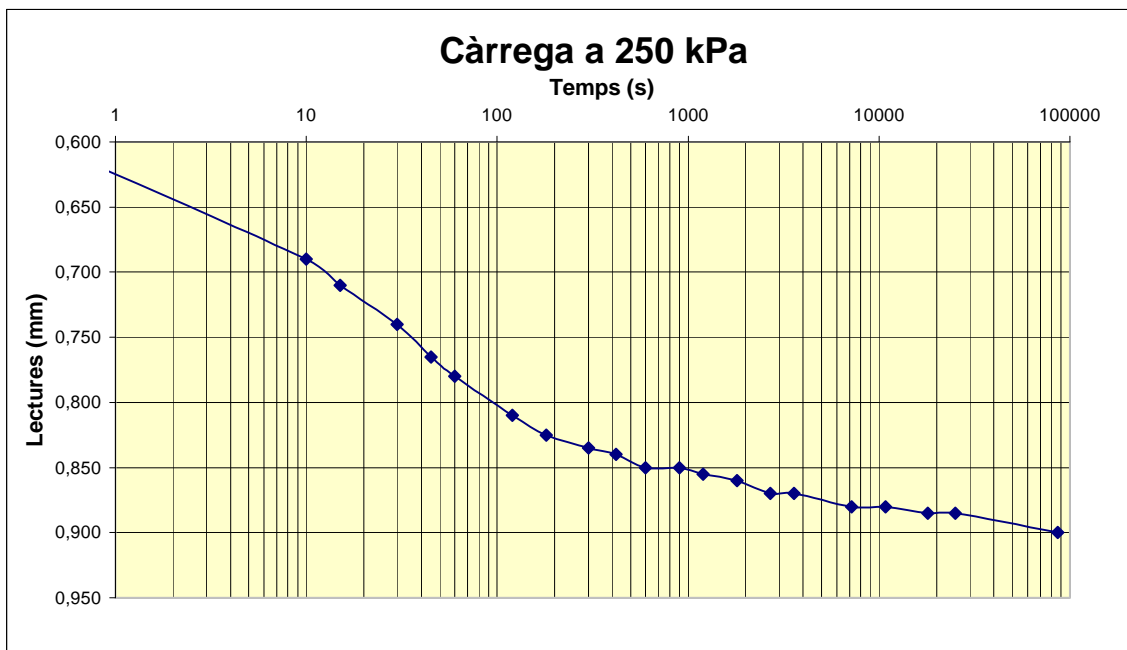
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 1,99 cm

SECCIÓ ANELL: 20,10 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070
10 "	0,170	0,450	0,690	1,030	1,420	1,900	2,150	2,095	2,030
15 "	0,180	0,460	0,710	1,068	1,450	1,940	2,145	2,090	2,030
30 "	0,190	0,475	0,740	1,090	1,480	1,960	2,145	2,090	2,020
45 "	0,200	0,480	0,765	1,110	1,510	1,980	2,140	2,090	2,020
1 '	0,200	0,490	0,780	1,130	1,525	1,980	2,140	2,085	2,015
2 '	0,220	0,505	0,810	1,160	1,560	2,010	2,140	2,085	2,010
3 '	0,220	0,510	0,825	1,170	1,570	2,020	2,140	2,085	2,010
5 '	0,240	0,520	0,835	1,190	1,590	2,040	2,140	2,085	2,010
7 '	0,240	0,525	0,840	1,200	1,600	2,050	2,140	2,080	2,010
10 '	0,240	0,530	0,850	1,205	1,610	2,060	2,140	2,080	2,005
15 '	0,250	0,530	0,850	1,210	1,619	2,075	2,140	2,080	2,005
20 '	0,250	0,530	0,855	1,220	1,620	2,080	2,140	2,080	2,005
30 '	0,250	0,535	0,860	1,230	1,630	2,090	2,140	2,080	2,005
45 '	0,260	0,535	0,870	1,240	1,640	2,100	2,140	2,080	2,005
1 h	0,260	0,540	0,870	1,250	1,650	2,110	2,140	2,080	2,000
2 h	0,280	0,540	0,880	1,260	1,660	2,120	2,140	2,080	2,000
3 h	0,310	0,550	0,880	1,270	1,670	2,150	2,135	2,075	2,000
5 h	0,350	0,550	0,885	1,280	1,700	2,165	2,135	2,075	2,000
7 h	0,370	0,555	0,885	1,290	1,720	2,175	2,135	2,070	1,995
24 h	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995
Lfinal	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-03

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 37,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila ocre

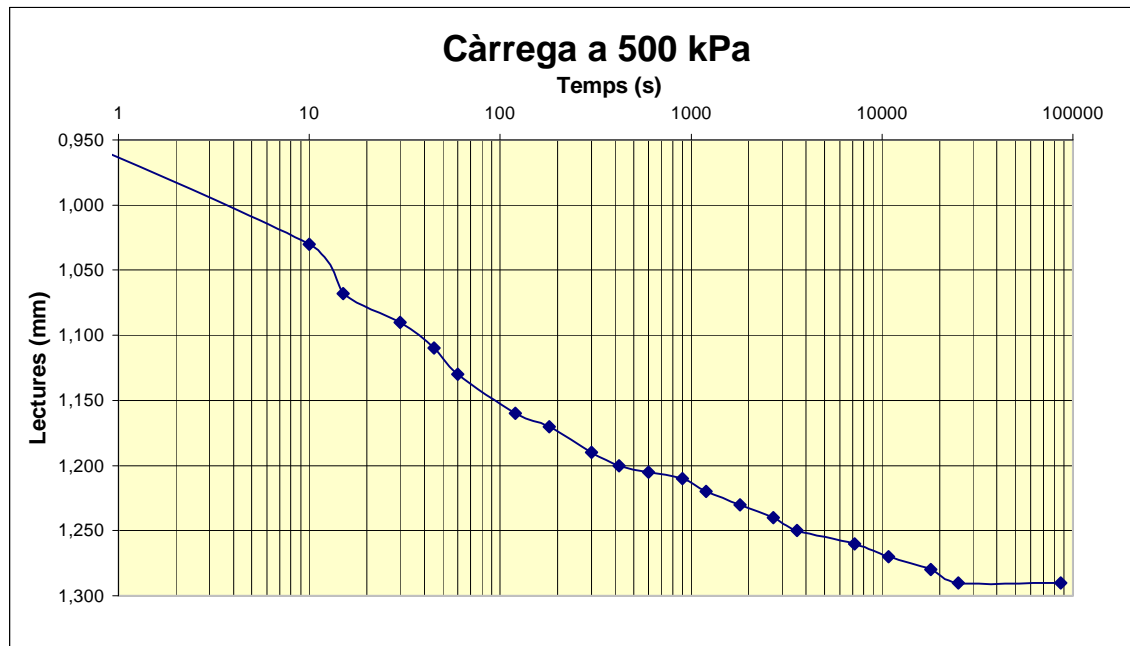
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 1,99 cm

SECCIÓ ANELL: 20,10 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070
10 "	0,170	0,450	0,690	1,030	1,420	1,900	2,150	2,095	2,030
15 "	0,180	0,460	0,710	1,068	1,450	1,940	2,145	2,090	2,030
30 "	0,190	0,475	0,740	1,090	1,480	1,960	2,145	2,090	2,020
45 "	0,200	0,480	0,765	1,110	1,510	1,980	2,140	2,090	2,020
1 '	0,200	0,490	0,780	1,130	1,525	1,980	2,140	2,085	2,015
2 '	0,220	0,505	0,810	1,160	1,560	2,010	2,140	2,085	2,010
3 '	0,220	0,510	0,825	1,170	1,570	2,020	2,140	2,085	2,010
5 '	0,240	0,520	0,835	1,190	1,590	2,040	2,140	2,085	2,010
7 '	0,240	0,525	0,840	1,200	1,600	2,050	2,140	2,080	2,010
10 '	0,240	0,530	0,850	1,205	1,610	2,060	2,140	2,080	2,005
15 '	0,250	0,530	0,850	1,210	1,619	2,075	2,140	2,080	2,005
20 '	0,250	0,530	0,855	1,220	1,620	2,080	2,140	2,080	2,005
30 '	0,250	0,535	0,860	1,230	1,630	2,090	2,140	2,080	2,005
45 '	0,260	0,535	0,870	1,240	1,640	2,100	2,140	2,080	2,005
1 h	0,260	0,540	0,870	1,250	1,650	2,110	2,140	2,080	2,000
2 h	0,280	0,540	0,880	1,260	1,660	2,120	2,140	2,080	2,000
3 h	0,310	0,550	0,880	1,270	1,670	2,150	2,135	2,075	2,000
5 h	0,350	0,550	0,885	1,280	1,700	2,165	2,135	2,075	2,000
7 h	0,370	0,555	0,885	1,290	1,720	2,175	2,135	2,070	1,995
24 h	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995
Lfinal	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-03

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 37,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila ocre

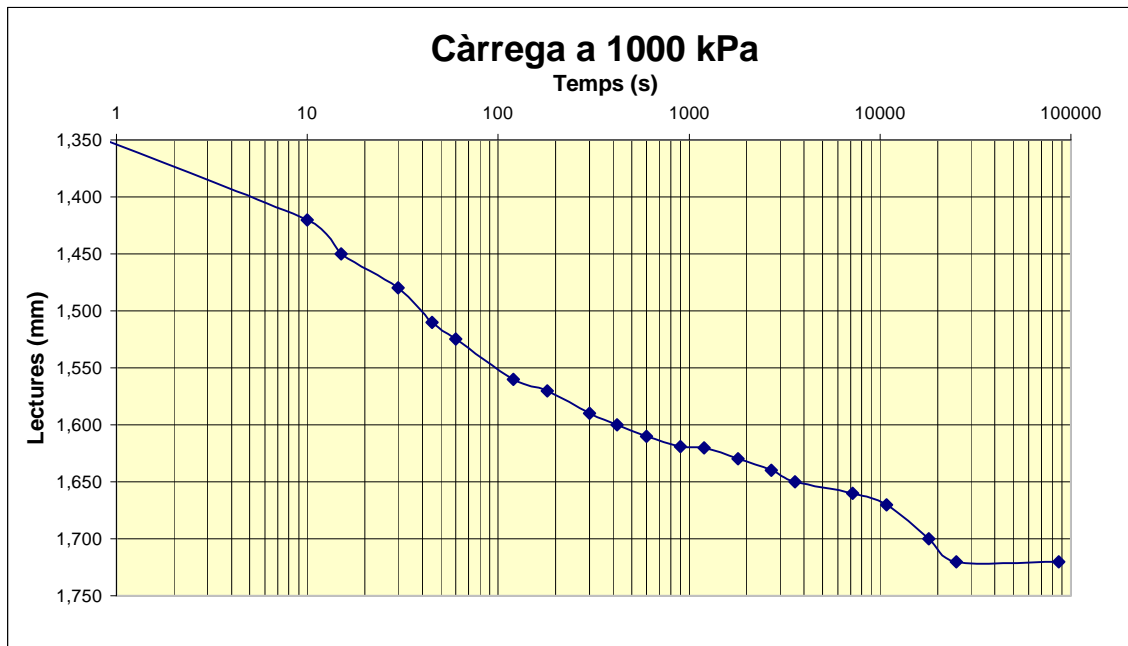
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 1,99 cm

SECCIÓ ANELL: 20,10 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070
10 "	0,170	0,450	0,690	1,030	1,420	1,900	2,150	2,095	2,030
15 "	0,180	0,460	0,710	1,068	1,450	1,940	2,145	2,090	2,030
30 "	0,190	0,475	0,740	1,090	1,480	1,960	2,145	2,090	2,020
45 "	0,200	0,480	0,765	1,110	1,510	1,980	2,140	2,090	2,020
1 '	0,200	0,490	0,780	1,130	1,525	1,980	2,140	2,085	2,015
2 '	0,220	0,505	0,810	1,160	1,560	2,010	2,140	2,085	2,010
3 '	0,220	0,510	0,825	1,170	1,570	2,020	2,140	2,085	2,010
5 '	0,240	0,520	0,835	1,190	1,590	2,040	2,140	2,085	2,010
7 '	0,240	0,525	0,840	1,200	1,600	2,050	2,140	2,080	2,010
10 '	0,240	0,530	0,850	1,205	1,610	2,060	2,140	2,080	2,005
15 '	0,250	0,530	0,850	1,210	1,619	2,075	2,140	2,080	2,005
20 '	0,250	0,530	0,855	1,220	1,620	2,080	2,140	2,080	2,005
30 '	0,250	0,535	0,860	1,230	1,630	2,090	2,140	2,080	2,005
45 '	0,260	0,535	0,870	1,240	1,640	2,100	2,140	2,080	2,005
1 h	0,260	0,540	0,870	1,250	1,650	2,110	2,140	2,080	2,000
2 h	0,280	0,540	0,880	1,260	1,660	2,120	2,140	2,080	2,000
3 h	0,310	0,550	0,880	1,270	1,670	2,150	2,135	2,075	2,000
5 h	0,350	0,550	0,885	1,280	1,700	2,165	2,135	2,075	2,000
7 h	0,370	0,555	0,885	1,290	1,720	2,175	2,135	2,070	1,995
24 h	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995
Lfinal	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-03

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 37,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila ocre

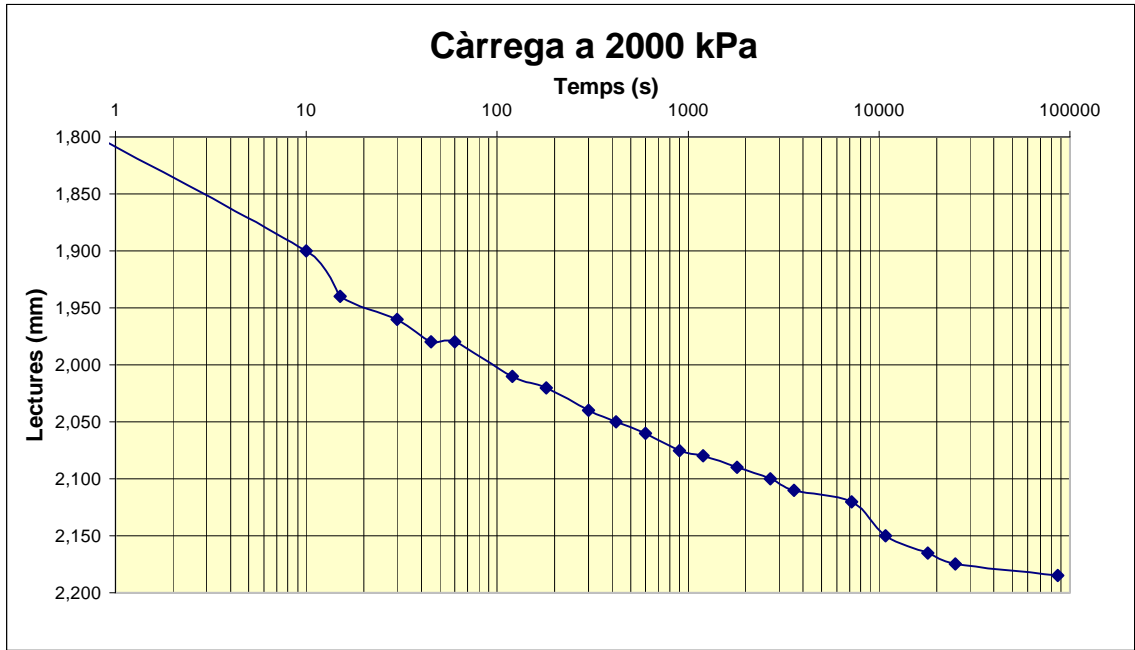
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 1,99 cm

SECCIÓ ANELL: 20,10 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA					DESCÀRREGA			
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070
10 "	0,170	0,450	0,690	1,030	1,420	1,900	2,150	2,095	2,030
15 "	0,180	0,460	0,710	1,068	1,450	1,940	2,145	2,090	2,030
30 "	0,190	0,475	0,740	1,090	1,480	1,960	2,145	2,090	2,020
45 "	0,200	0,480	0,765	1,110	1,510	1,980	2,140	2,090	2,020
1 '	0,200	0,490	0,780	1,130	1,525	1,980	2,140	2,085	2,015
2 '	0,220	0,505	0,810	1,160	1,560	2,010	2,140	2,085	2,010
3 '	0,220	0,510	0,825	1,170	1,570	2,020	2,140	2,085	2,010
5 '	0,240	0,520	0,835	1,190	1,590	2,040	2,140	2,085	2,010
7 '	0,240	0,525	0,840	1,200	1,600	2,050	2,140	2,080	2,010
10 '	0,240	0,530	0,850	1,205	1,610	2,060	2,140	2,080	2,005
15 '	0,250	0,530	0,850	1,210	1,619	2,075	2,140	2,080	2,005
20 '	0,250	0,530	0,855	1,220	1,620	2,080	2,140	2,080	2,005
30 '	0,250	0,535	0,860	1,230	1,630	2,090	2,140	2,080	2,005
45 '	0,260	0,535	0,870	1,240	1,640	2,100	2,140	2,080	2,005
1 h	0,260	0,540	0,870	1,250	1,650	2,110	2,140	2,080	2,000
2 h	0,280	0,540	0,880	1,260	1,660	2,120	2,140	2,080	2,000
3 h	0,310	0,550	0,880	1,270	1,670	2,150	2,135	2,075	2,000
5 h	0,350	0,550	0,885	1,280	1,700	2,165	2,135	2,075	2,000
7 h	0,370	0,555	0,885	1,290	1,720	2,175	2,135	2,070	1,995
24 h	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995
Lfinal	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-03

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 37,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila ocre

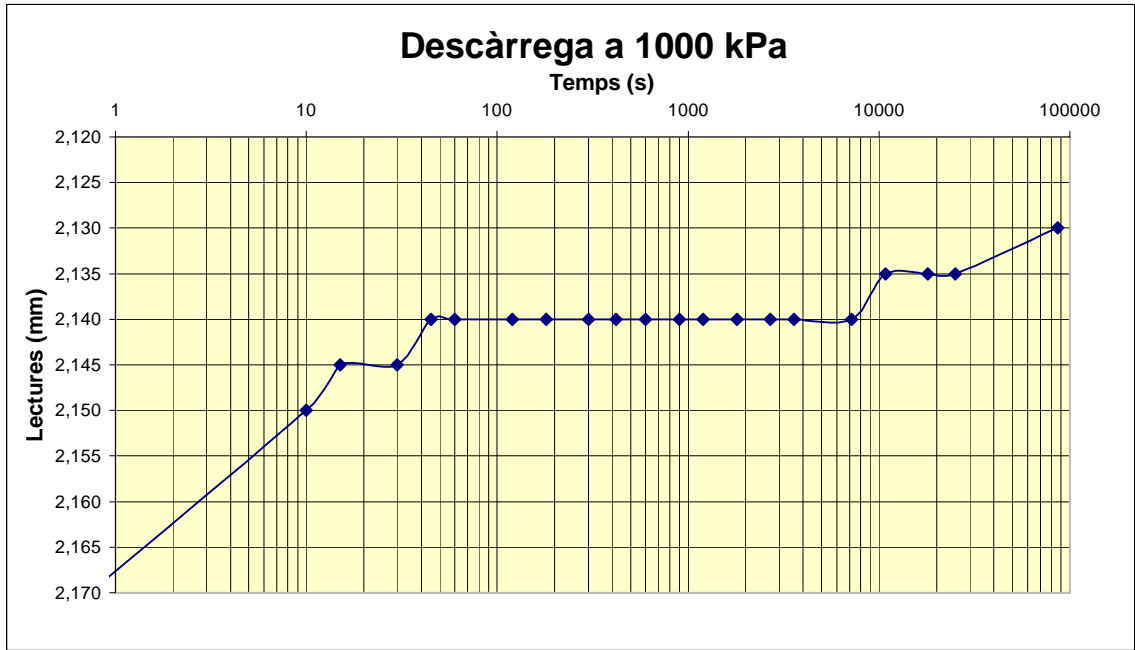
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 1,99 cm

SECCIÓ ANELL: 20,10 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070
10 "	0,170	0,450	0,690	1,030	1,420	1,900	2,150	2,095	2,030
15 "	0,180	0,460	0,710	1,068	1,450	1,940	2,145	2,090	2,030
30 "	0,190	0,475	0,740	1,090	1,480	1,960	2,145	2,090	2,020
45 "	0,200	0,480	0,765	1,110	1,510	1,980	2,140	2,090	2,020
1 '	0,200	0,490	0,780	1,130	1,525	1,980	2,140	2,085	2,015
2 '	0,220	0,505	0,810	1,160	1,560	2,010	2,140	2,085	2,010
3 '	0,220	0,510	0,825	1,170	1,570	2,020	2,140	2,085	2,010
5 '	0,240	0,520	0,835	1,190	1,590	2,040	2,140	2,085	2,010
7 '	0,240	0,525	0,840	1,200	1,600	2,050	2,140	2,080	2,010
10 '	0,240	0,530	0,850	1,205	1,610	2,060	2,140	2,080	2,005
15 '	0,250	0,530	0,850	1,210	1,619	2,075	2,140	2,080	2,005
20 '	0,250	0,530	0,855	1,220	1,620	2,080	2,140	2,080	2,005
30 '	0,250	0,535	0,860	1,230	1,630	2,090	2,140	2,080	2,005
45 '	0,260	0,535	0,870	1,240	1,640	2,100	2,140	2,080	2,005
1 h	0,260	0,540	0,870	1,250	1,650	2,110	2,140	2,080	2,000
2 h	0,280	0,540	0,880	1,260	1,660	2,120	2,140	2,080	2,000
3 h	0,310	0,550	0,880	1,270	1,670	2,150	2,135	2,075	2,000
5 h	0,350	0,550	0,885	1,280	1,700	2,165	2,135	2,075	2,000
7 h	0,370	0,555	0,885	1,290	1,720	2,175	2,135	2,070	1,995
24 h	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995
Lfinal	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-03

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 37,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila ocre

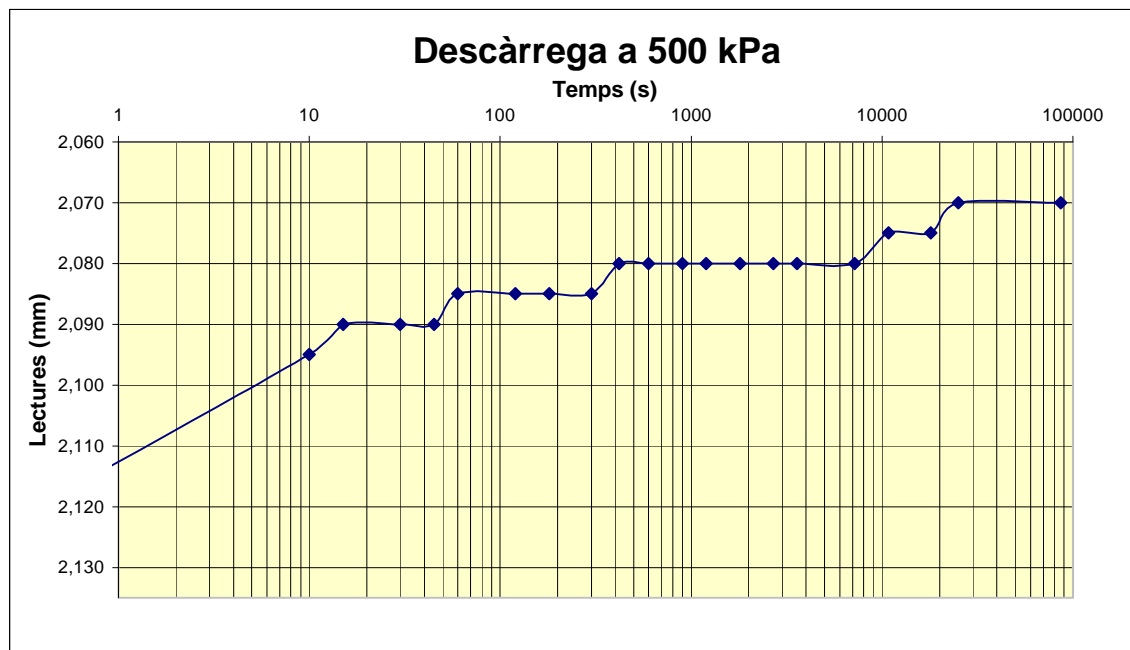
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 1,99 cm

SECCIÓ ANELL: 20,10 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070
10 "	0,170	0,450	0,690	1,030	1,420	1,900	2,150	2,095	2,030
15 "	0,180	0,460	0,710	1,068	1,450	1,940	2,145	2,090	2,030
30 "	0,190	0,475	0,740	1,090	1,480	1,960	2,145	2,090	2,020
45 "	0,200	0,480	0,765	1,110	1,510	1,980	2,140	2,090	2,020
1 '	0,200	0,490	0,780	1,130	1,525	1,980	2,140	2,085	2,015
2 '	0,220	0,505	0,810	1,160	1,560	2,010	2,140	2,085	2,010
3 '	0,220	0,510	0,825	1,170	1,570	2,020	2,140	2,085	2,010
5 '	0,240	0,520	0,835	1,190	1,590	2,040	2,140	2,085	2,010
7 '	0,240	0,525	0,840	1,200	1,600	2,050	2,140	2,080	2,010
10 '	0,240	0,530	0,850	1,205	1,610	2,060	2,140	2,080	2,005
15 '	0,250	0,530	0,850	1,210	1,619	2,075	2,140	2,080	2,005
20 '	0,250	0,530	0,855	1,220	1,620	2,080	2,140	2,080	2,005
30 '	0,250	0,535	0,860	1,230	1,630	2,090	2,140	2,080	2,005
45 '	0,260	0,535	0,870	1,240	1,640	2,100	2,140	2,080	2,005
1 h	0,260	0,540	0,870	1,250	1,650	2,110	2,140	2,080	2,000
2 h	0,280	0,540	0,880	1,260	1,660	2,120	2,140	2,080	2,000
3 h	0,310	0,550	0,880	1,270	1,670	2,150	2,135	2,075	2,000
5 h	0,350	0,550	0,885	1,280	1,700	2,165	2,135	2,075	2,000
7 h	0,370	0,555	0,885	1,290	1,720	2,175	2,135	2,070	1,995
24 h	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995
Lfinal	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103-405-94

DADES DEL SONDEIG:

DENOMINACIÓ: Mostra SD-03

PROCEDÈNCIA: Plaça Gardunya

LOCALITAT: Barcelona

UTM X: 430 695

UTM Y: 4 581 560

PROFUNDITAT (m): 37,3

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA: Argila ocre

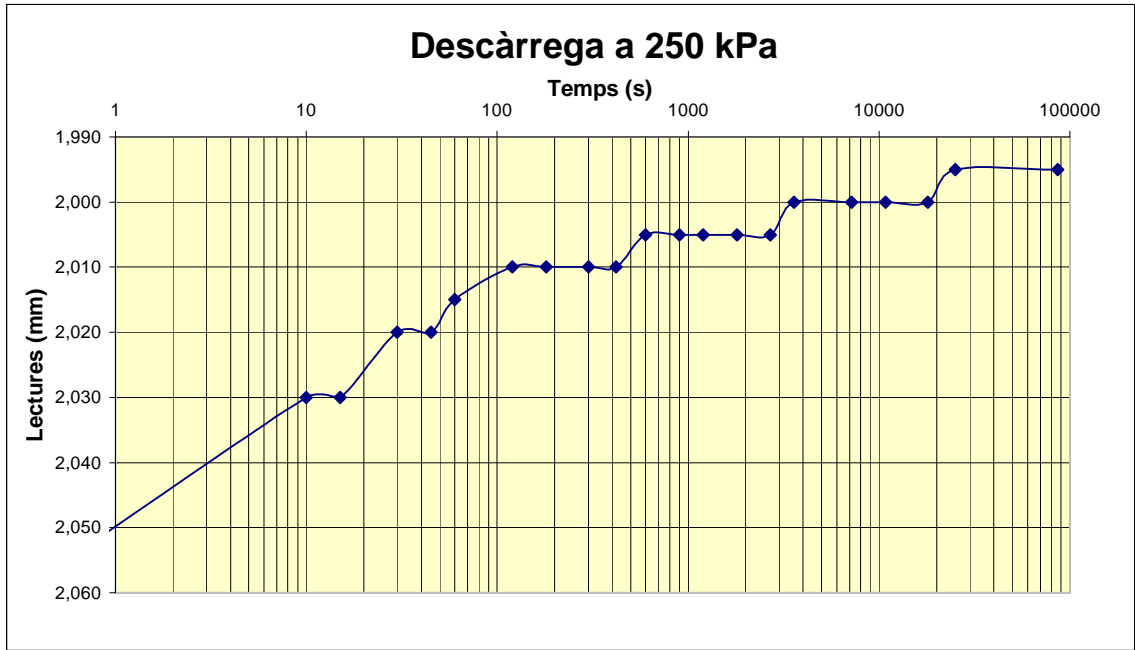
EDAT: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ASSAIG:

ALÇADA (H_0): 1,99 cm

SECCIÓ ANELL: 20,10 cm²

DATA	5-5-08	6-5-08	7-5-08	8-5-08	9-5-08	13-5-08	14-5-08	16-5-08	17-5-08
PRESSIÓ (kg) (kPa)	CÀRREGA						DESCÀRREGA		
	1	2	5	10	20	40	20	10	5
	50	100	250	500	1000	2000	1000	500	250
TEMPS	LECTURA (mm)								
0 "	0,000	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070
10 "	0,170	0,450	0,690	1,030	1,420	1,900	2,150	2,095	2,030
15 "	0,180	0,460	0,710	1,068	1,450	1,940	2,145	2,090	2,030
30 "	0,190	0,475	0,740	1,090	1,480	1,960	2,145	2,090	2,020
45 "	0,200	0,480	0,765	1,110	1,510	1,980	2,140	2,090	2,020
1 '	0,200	0,490	0,780	1,130	1,525	1,980	2,140	2,085	2,015
2 '	0,220	0,505	0,810	1,160	1,560	2,010	2,140	2,085	2,010
3 '	0,220	0,510	0,825	1,170	1,570	2,020	2,140	2,085	2,010
5 '	0,240	0,520	0,835	1,190	1,590	2,040	2,140	2,085	2,010
7 '	0,240	0,525	0,840	1,200	1,600	2,050	2,140	2,080	2,010
10 '	0,240	0,530	0,850	1,205	1,610	2,060	2,140	2,080	2,005
15 '	0,250	0,530	0,850	1,210	1,619	2,075	2,140	2,080	2,005
20 '	0,250	0,530	0,855	1,220	1,620	2,080	2,140	2,080	2,005
30 '	0,250	0,535	0,860	1,230	1,630	2,090	2,140	2,080	2,005
45 '	0,260	0,535	0,870	1,240	1,640	2,100	2,140	2,080	2,005
1 h	0,260	0,540	0,870	1,250	1,650	2,110	2,140	2,080	2,000
2 h	0,280	0,540	0,880	1,260	1,660	2,120	2,140	2,080	2,000
3 h	0,310	0,550	0,880	1,270	1,670	2,150	2,135	2,075	2,000
5 h	0,350	0,550	0,885	1,280	1,700	2,165	2,135	2,075	2,000
7 h	0,370	0,555	0,885	1,290	1,720	2,175	2,135	2,070	1,995
24 h	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995
Lfinal	0,390	0,560	0,900	1,290	1,720	2,185	2,130	2,070	1,995



ASSAIG DE CONSOLIDACIÓ UNIDIMENSIONAL D'UN SÒL EN EDÒMETRE

UNE 103 405/94

DADES DEL SONDEIG:

Denominació: Mostra SD-03
Procedència: Plaça Gardunya Localitat: Barcelona
UTM X: 430 695 UTM Y: 4 581 560 Profunditat (m): 37,3
Descripció de la mostra: Argila ocre Edat: Miocè

CARACTERÍSTIQUES DE L'ANEL·L:

Massa de l'anell (ma): 59,06 grams
Diàmetre de l'anell (Ø): 5,06 cm Radi de l'anell (r): 2,53 cm
Alçada (H₀): 1,99 cm Secció de l'anell: 20,11 cm²

ALTRES DADES:

Massa anell (ma) + mostra inicial (mi): 141,96 g → mi: 82,90 g
Massa anell (ma) + mostra final (mf): 141,16 g → mf: 82,10 g
Massa anell (ma) + mostra seca (ms): 127,62 g → ms: 68,56 g
Massa aigua (mw) = mf - ms: 13,54 g → Vw: 13,54 cm³
Lectura final sense pes (Lf): 1,43 mm → Lf: 0,143 cm
Hf = H₀ - Lf: 1,847 cm

Com que: $1g_{H_2O} = 1cm^3_{H_2O} \rightarrow m_{H_2O} = V_{H_2O} = V_{Porus}$

ef = ?

$$e_f = \frac{V_P}{V_S} = \frac{V_w}{V_{Tf} - V_w} = \frac{V_w}{(\pi \cdot r^2 \cdot H_f) - V_w}$$

on, Vw = 13,54 cm³
Hf = 1,847 cm
r = 2,53 cm
ef = ?

ef = 0,57

e0 = ?

$$e_0 = \frac{L_f + H_0 \cdot e_f}{(H_0 - L_f)}$$

on, Ho = 1,99 cm
Lf = 0,143 cm

e0 = 0,70

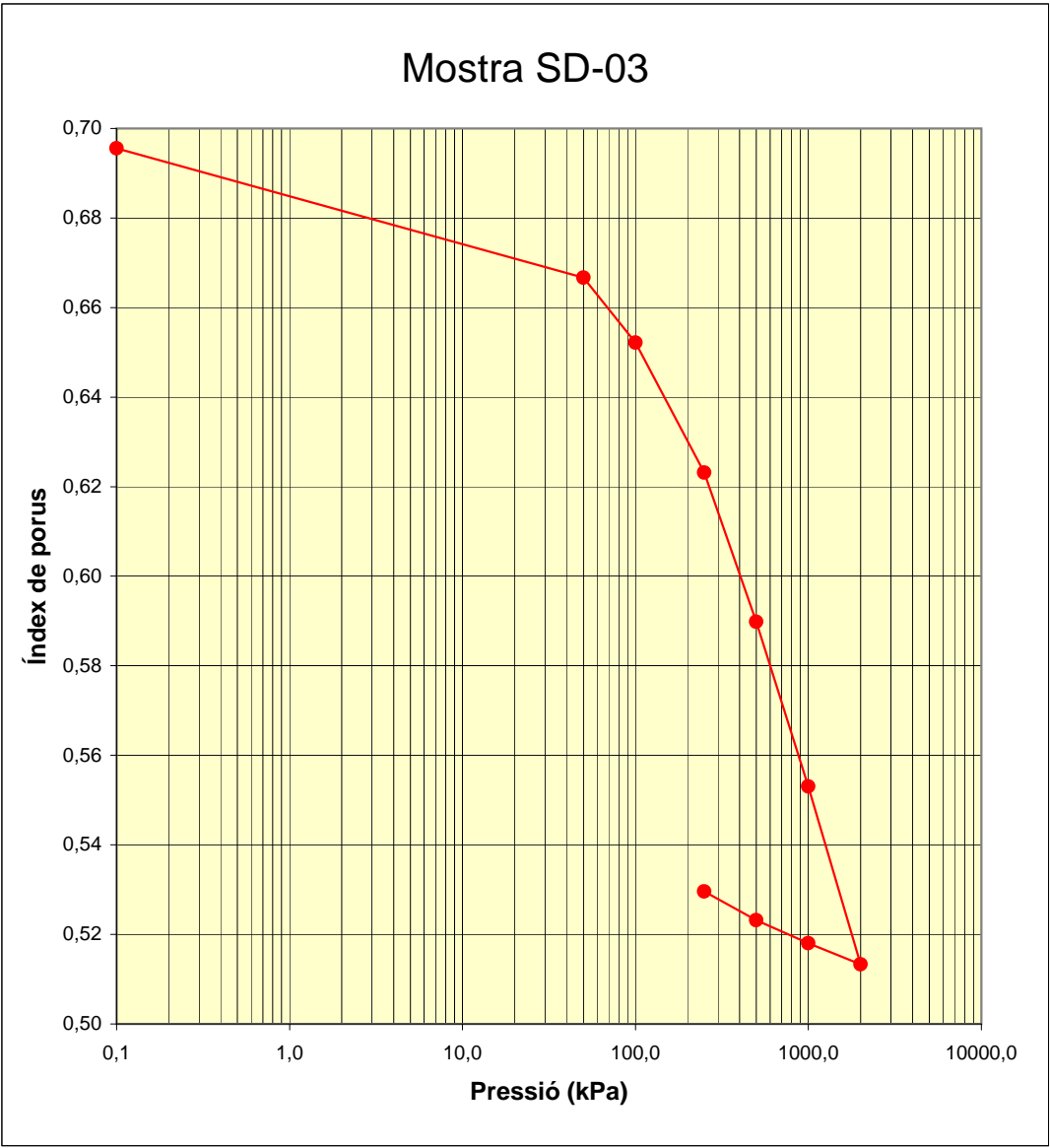
Per trobar els índex de porositat als diferents esglaons, aplicarem:

$$ef_{esglaó} = \frac{(H_0 - \Delta H_f) \cdot e_0 - \Delta H_f}{H_0}$$

on, e0 = 0,70
ΔHf = lectura final de cada esglaó
Ho = 19,9 mm
ef = Índex de porositat de l'esglaó

RESULTATS:

	Pes (kg)	Pressió (kPa)	Lectura final esglaó (mm)	Índex de porositat esglaó (ef)
e0	0	0,1	0,000	0,6955
e1	1	50	0,390	0,6667
e2	2	100	0,560	0,6522
e3	5	250	0,900	0,6231
e4	10	500	1,290	0,5898
e5	20	1000	1,720	0,5531
e6	40	2000	2,185	0,5133
e7	20	1000	2,130	0,5180
e8	10	500	2,070	0,5232
e9	5	250	1,995	0,5296



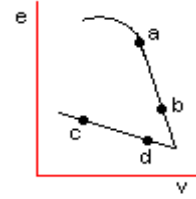
COEFICIENTS SD-03:

CÀRREGA:

Coefficient de Compressió (Cc):

$$C_c = - \frac{e_a - e_b}{\log \frac{\sigma_a}{\sigma_b}}$$

$$C_c = 0,0991$$



DESCÀRREGA:

Coefficient d'Inflament (Cs):

$$C_s = - \frac{e_c - e_d}{\log \frac{\sigma_c}{\sigma_d}}$$

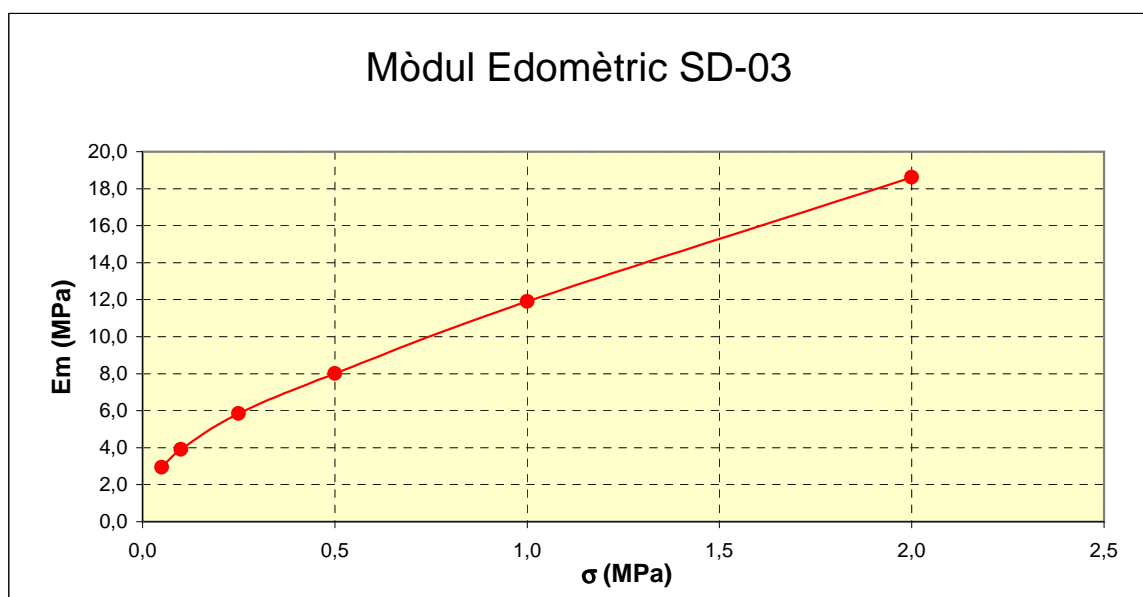
$$C_s = 0,0192$$

Mòdul Edomètric (Em):

$$E_m = \frac{(1 + e_0) \cdot \Delta \sigma}{\Delta e}$$

on, $e_0 = 0,6955$

	Índex de porositat (ef)	$\Delta \sigma$ (MPa)	Mòdul Edomètric (MPa)	$mv = 1/E_m$
Esglaó 1	0,6667	0,05	2,9383	0,3403
Esglaó 2	0,6522	0,1	3,9090	0,2558
Esglaó 3	0,6231	0,25	5,8531	0,1708
Esglaó 4	0,5898	0,5	8,0177	0,1247
Esglaó 5	0,5531	1	11,9010	0,0840
Esglaó 6	0,5133	2	18,6124	0,0537





B.4

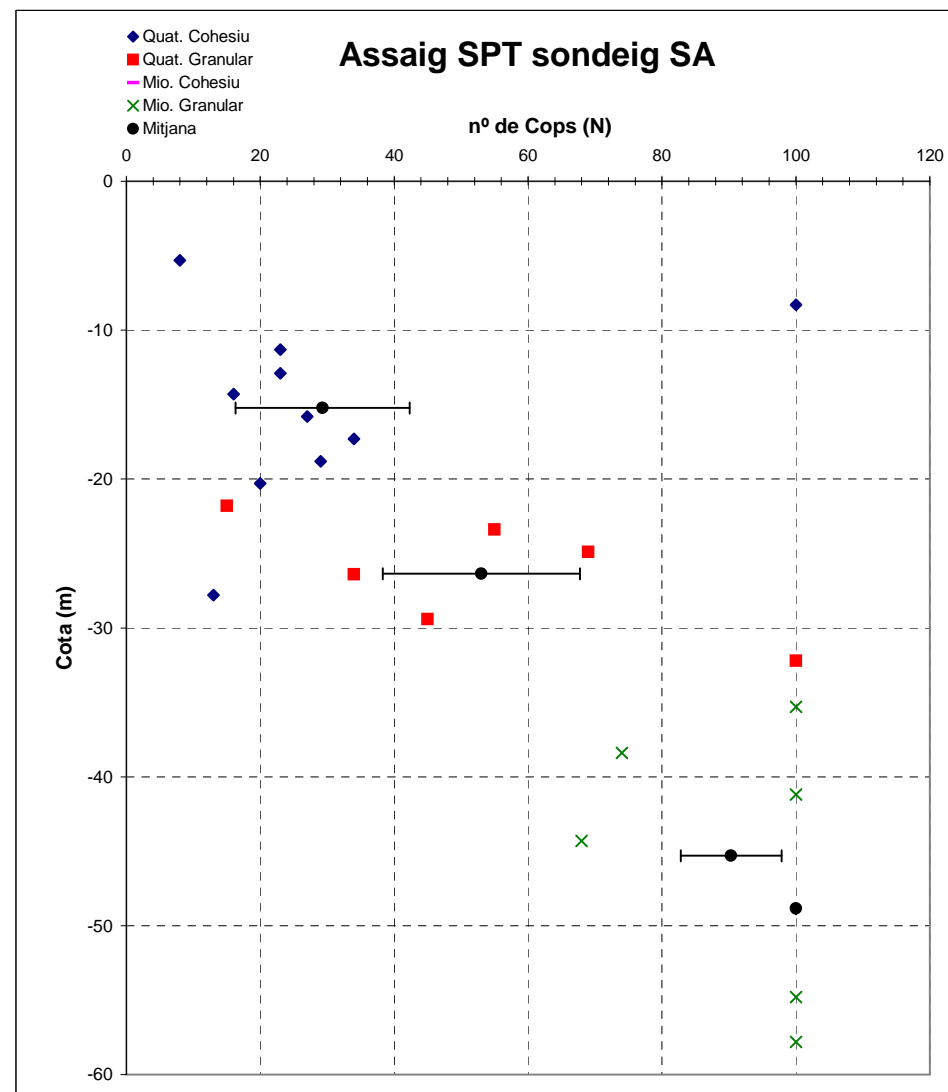
Assaigs SPT



Relació de colpeigs SPT en funció de la cota. Dades cedides per l'empresa Bosch & Ventayol.

Quaternari (Plistocè)				Miocè			
Quat. Cohesiú		Quat. Granular		Mio. Cohesiú		Mio. Granular	
Cota	N	Cota	N	Cota	N	Cota	N
-5,3	8	-21,8	15	-47,4	100	-35,3	100
-8,3	100	-23,4	55	-50,3	100	-38,4	74
-11,3	23	-24,9	69			-41,2	100
-12,9	23	-26,4	34			-44,3	68
-14,3	16	-29,4	45			-54,8	100
-15,8	27	-32,2	100			-57,8	100
-17,3	34						
-18,8	29						
-20,3	20						
-27,8	13						

	RESULTATS			
	Quaternari (Plistocè)		Miocè	
	Quat. Cohesiu	Quat. Granular	Mio. Cohesiu	Mio. Granular
\bar{x}	29,3	53,0	100,0	90,3
S	26,0	29,5	0,0	15,1

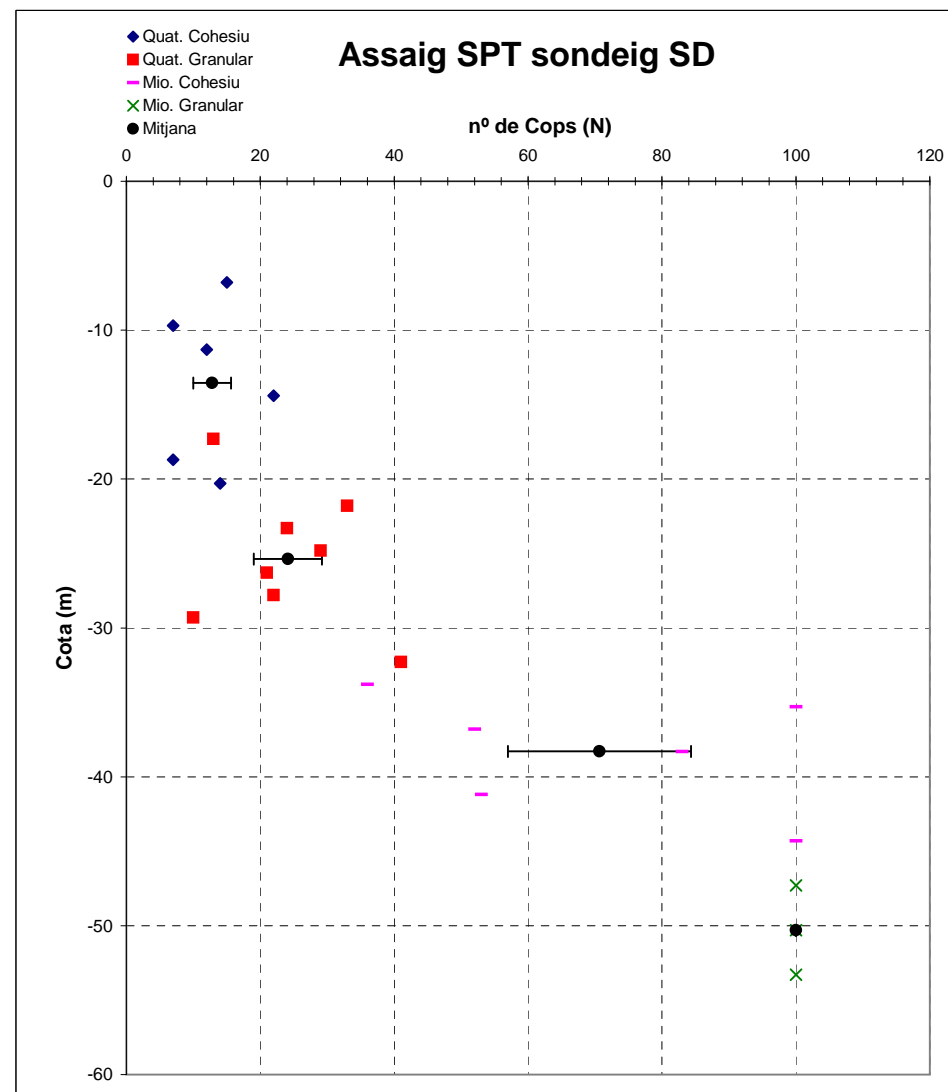




Relació de colpeigs SPT en funció de la cota. Dades cedides per l'empresa Bosch & Ventayol.

Quaternari (Plistocè)				Miocè			
Quat. Cohesiu		Quat. Granular		Mio. Cohesiu		Mio. Granular	
Cota	N	Cota	N	Cota	N	Cota	N
-6,8	15	-17,3	13	-33,8	36	-47,3	100
-9,7	7	-21,8	33	-35,3	100	-50,3	100
-11,3	12	-23,3	24	-36,8	52	-53,3	100
-14,4	22	-24,8	29	-38,3	83		
-18,7	7	-26,3	21	-41,2	53		
-20,3	14	-27,8	22	-44,3	100		
		-29,3	10				
		-32,3	41				

RESULTATS				
Quaternari (Plistocè)		Miocè		
Quat. Cohesiu	Quat. Granular	Mio. Cohesiu	Mio. Granular	
\bar{x}	12,8	24,1	70,7	100,0
S	5,6	10,2	27,3	0,0



B.5

Fitxes de les làmines primes

CARACTERITZACIÓ PETROGRÀFICA DE LES ROQUES

Número mostra: AMT-1

ESQUELET:

Característiques texturals: texturalment és de mida mitja a grollera. Els grans són subangulars. Moderadament seleccionat. Els contactes entre grans són puntuals, llargs, còncav – convex; la presència d'aquests darrers indica que la roca ha patit compactació química.

Composició: el 99% de la mostra és quars, alguns grans presenten inclusions de zircó.

MATRIU:

Absència de matriu.

CIMENT:

Mineralogia: els minerals que formen el ciment són òxids de ferro i quars.

Textures i relacions: ciment syntaxial de quars; ciment en envoltos d'òxids de ferro.

Ordre de cimentació: la primera cimentació és la d'òxids de ferro i en segon lloc la de quars.

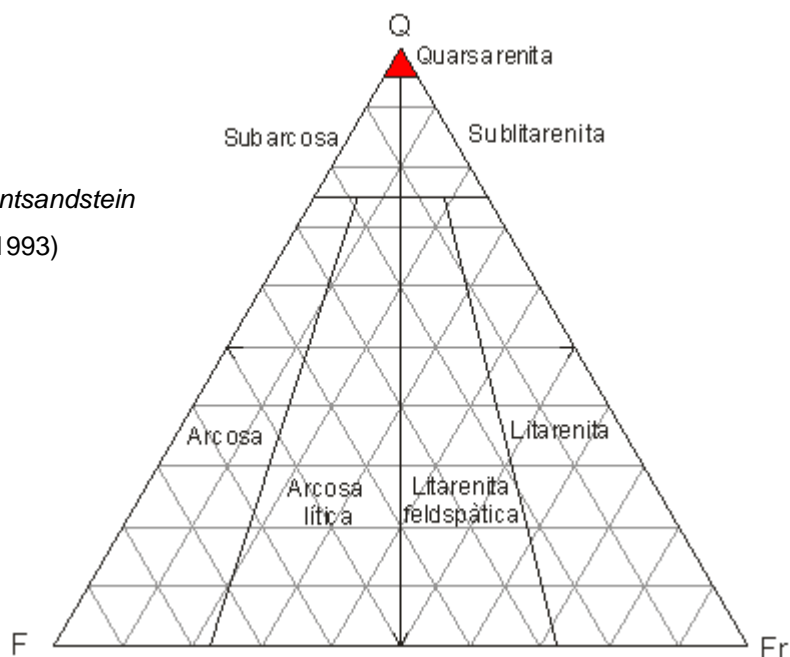
POROSITAT:

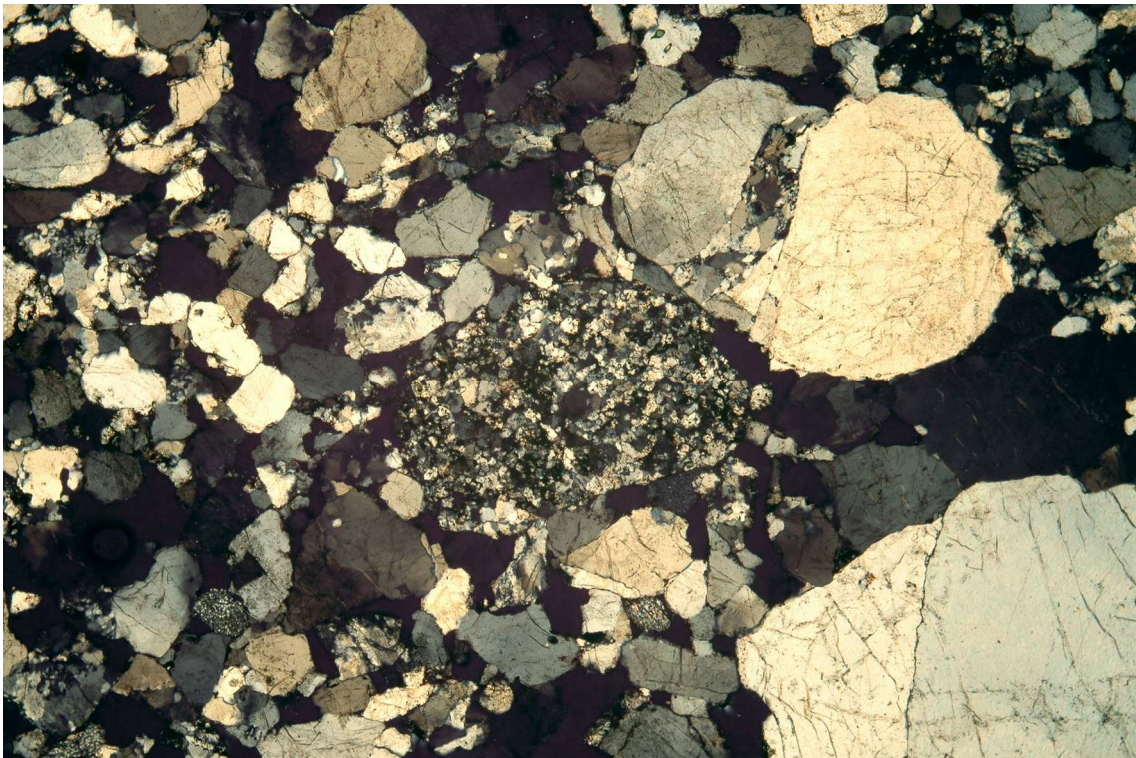
Primària (tipus): presenta porositat primària intergranular.

Secundària (tipus): -

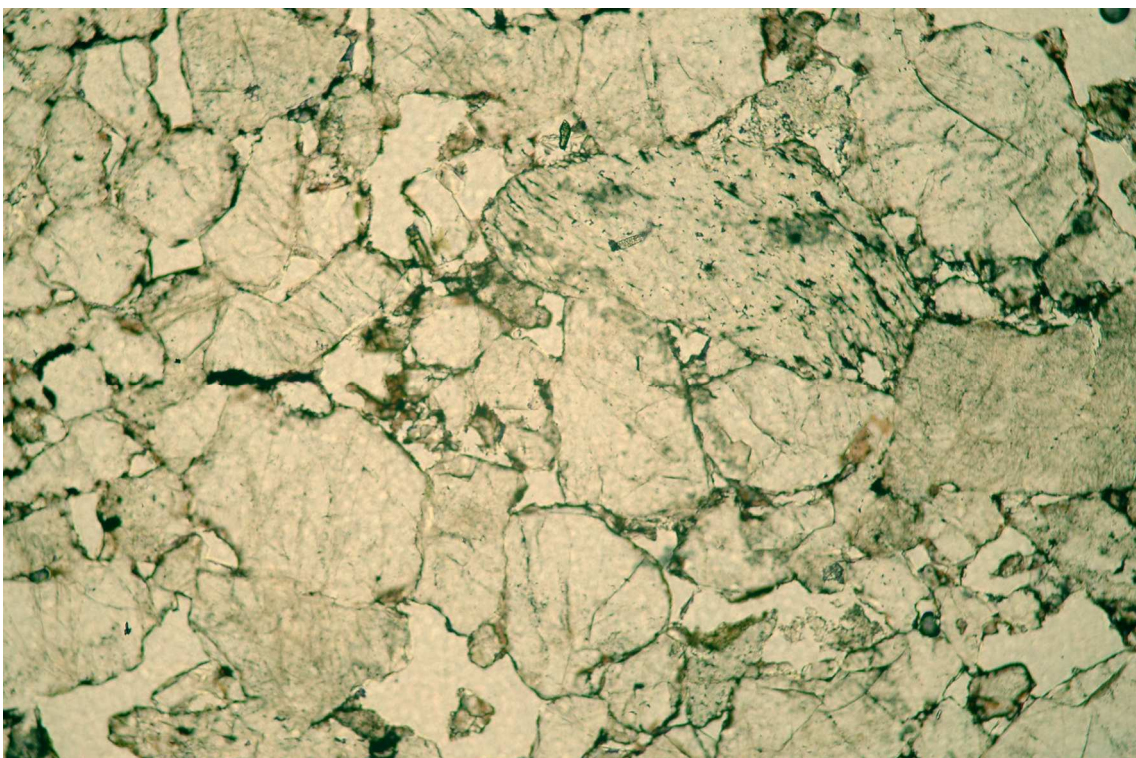
CLASSIFICACIÓ (Folk, 1968):

QUARSARENITA, *Buntsandstein*
(Gómez-Gras, 1993)





Vista general (x4) de la mostra AMT-1 a nícols creuats. La base de la foto equival a 4 mm.



Vista de detall (x10) de la mostra AMT-1 a nícols paral·lels. La base de la foto equival a 1'6mm.

CARACTERITZACIÓ PETROGRÀFICA DE LES ROQUES

Número mostra: AMT-2

ESQUELET:

Característiques texturals: texturalment és de conglomerat a sorra mitja. Els grans són subarrodonits a arrodonits. Mal seleccionat. Els contactes entre grans són puntuals i llargs.

Composició: aquesta mostra està formada per quars monocristal·lí i policristal·lí, feldspat potàssic, fragments de roca plutònica i fragments de roca metamòrfica (pissarra).

MATRIU:

Absència de matriu.

CIMENT:

Mineralogia: els minerals que formen el ciment són feldspat potàssic i quars.

Textures i relacions: ciment sintaxial de feldspat potàssic i ciment sintaxial i intergranular de quars.

Ordre de cimentació: primer el sintaxial de feldspat potàssic i en segon lloc el de quars.

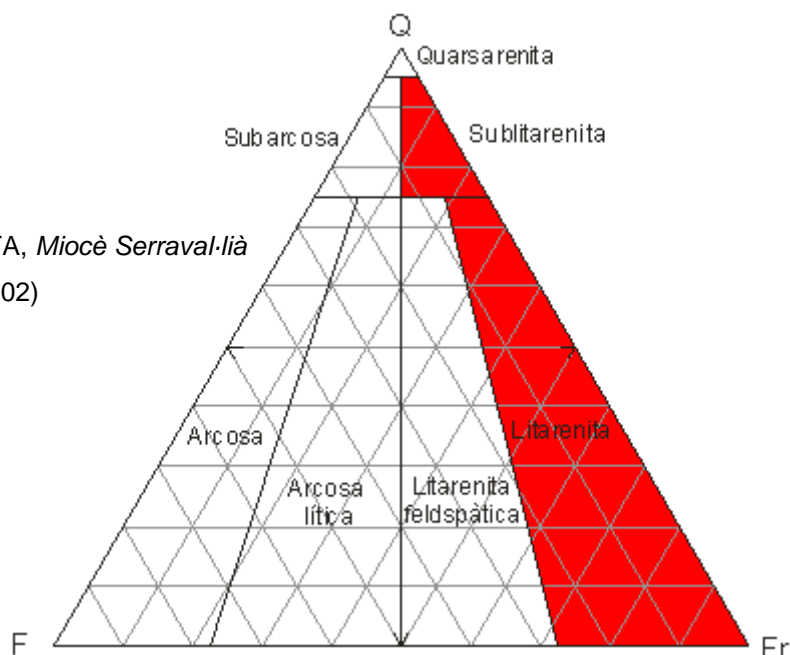
POROSITAT:

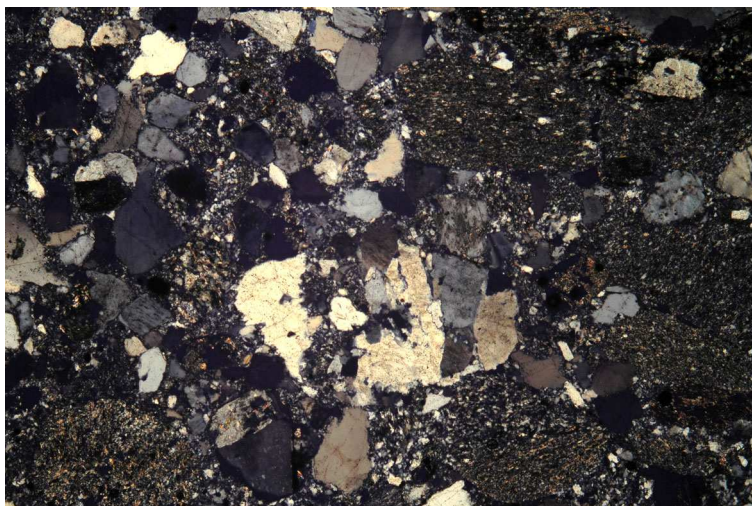
Primària (tipus): sense porositat.

Secundària (tipus): -

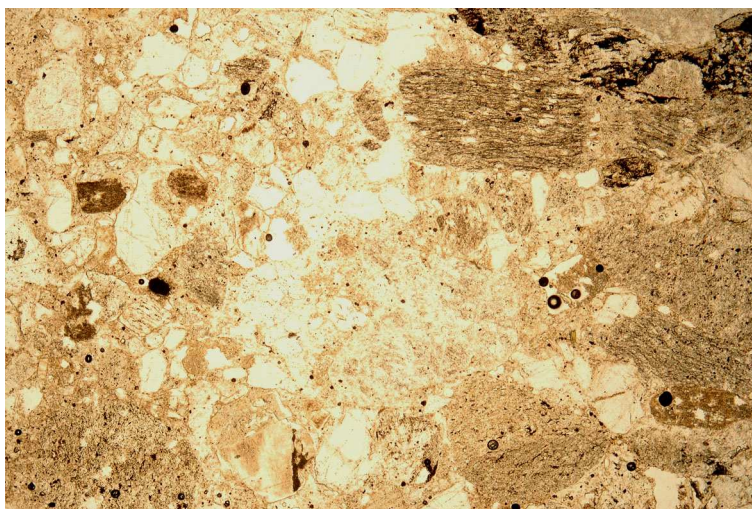
CLASSIFICACIÓ (Folk, 1968):

SUBLITARENITA a LITARENITA, *Miocè Serraval·lià*
(Parcerisa, 2002)

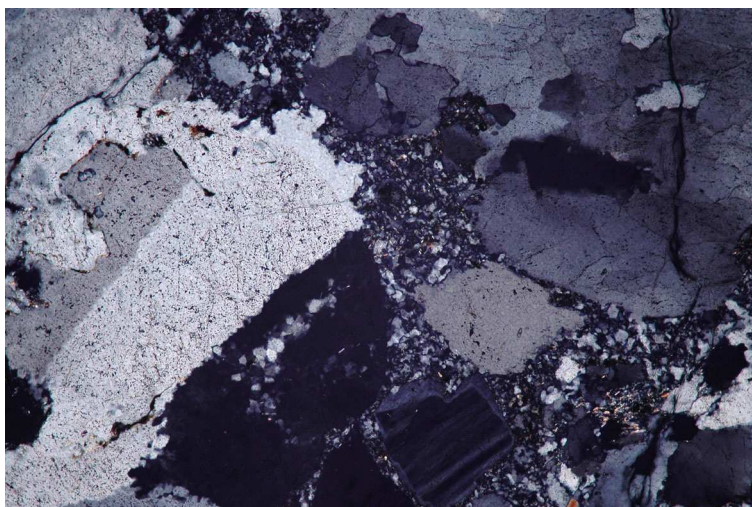




Vista general (x4) de la mostra AMT-2 a nícols creuats. La base de la foto equival a 4 mm.



Vista general (x4) de la mostra AMT-2 a nícols paral·lels. La base de la foto equival a 4 mm.



Vista de detall (x10) de la mostra AMT-2 a nícols creuats. La base de la foto equival a 1'6 mm.

CARACTERITZACIÓ PETROGRÀFICA DE LES ROQUES

Número mostra: SA-01

ESQUELET:

Característiques texturals: texturalment presenta una granulometria de mida fina a mitja. Els grans són subangulars. Bona selecció. Els contactes entre grans són puntuals, llargs, còncav – convex; la presència d'aquests darrers indica que la roca ha patit compactació química.

Composició: en aquesta mostra s'hi troben minerals de quars monocristal·lins i policristal·lins, feldspat potàssic, mica moscovita, mica biotita, fragments de roca metamòrfica i fragments de roca carbonàtics micrítics.

MATRIU:

Absència de matriu.

CIMENT:

Mineralogia: el mineral que forma el ciment és calcita.

Textures i relacions: ciment intergranular de calcita.

Ordre de cimentació: -

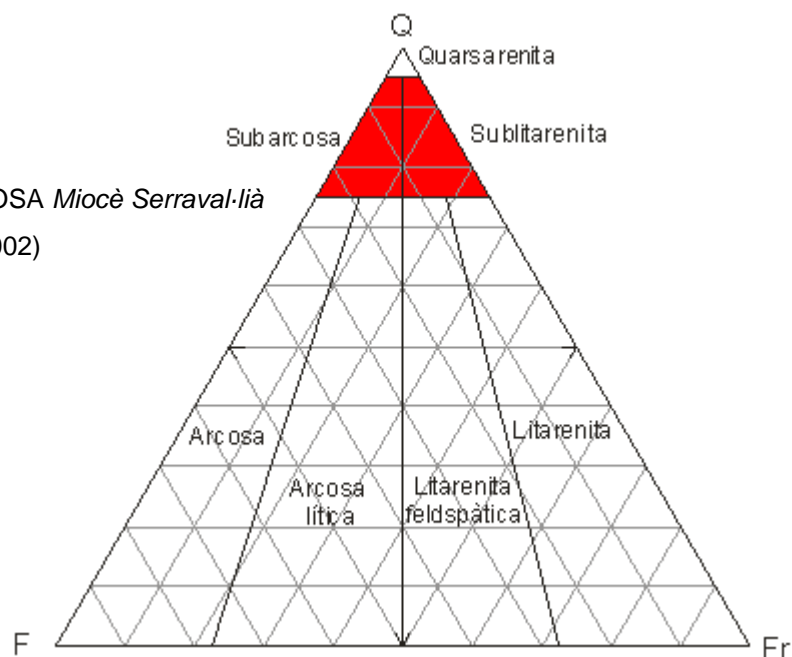
POROSITAT:

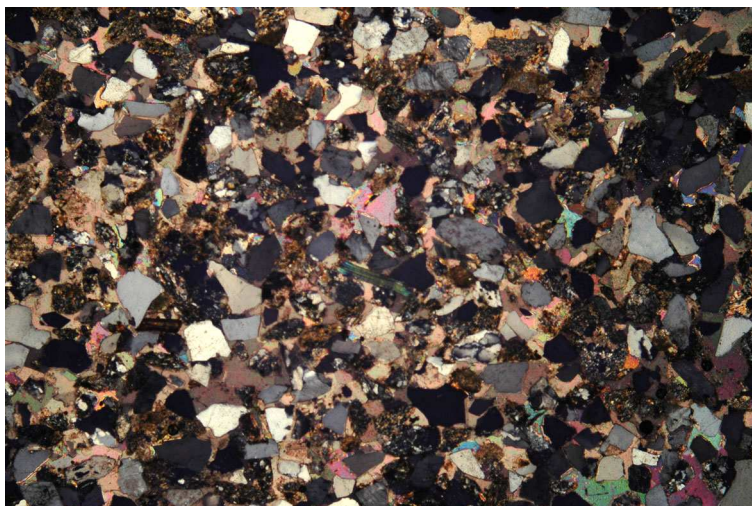
Primària (tipus): presenta escassa porositat primària intergranular.

Secundària (tipus): -

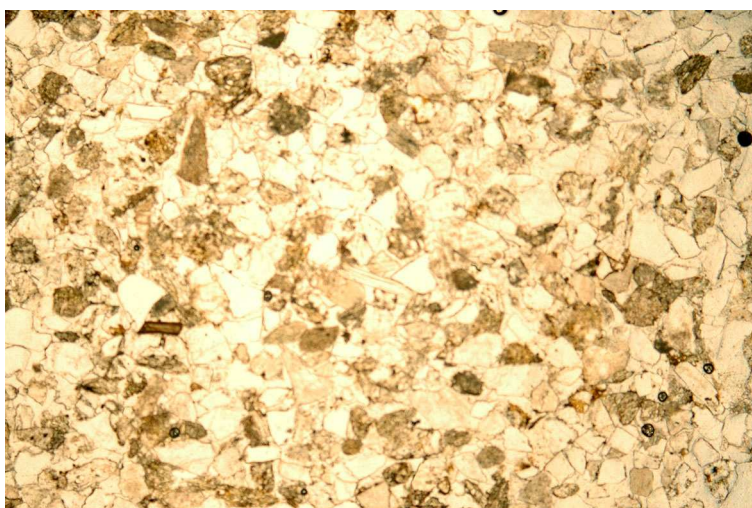
CLASSIFICACIÓ (Folk, 1968):

SUBLITARENITA a SUBARCOSA *Miocè Serraval·lià*
(Parcerisa, 2002)

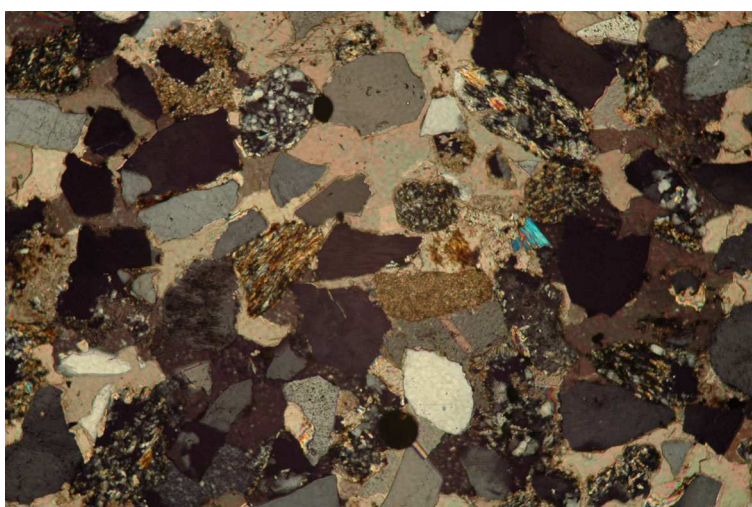




Vista general (x4) de la mostra SA-01 a nícols creuats. La base de la foto equival a 4 mm.



Vista general (x4) de la mostra SA-01 a nícols paral·lels. La base de la foto equival a 4 mm.



Vista de detalll (x10) de la mostra SA-01 a nícols creuats. La base de la foto equival a 1'6 mm.

CARACTERITZACIÓ PETROGRÀFICA DE LES ROQUES

Número mostra: SA-03

ESQUELET:

Característiques texturals: texturalment és un gres de mida fina a mitja. Els grans són subarrodonits a subangulars. Molt ben seleccionat. Els contactes entre grans són puntuals.

Composició: en aquesta mostra es troben minerals de quars (principalment monocristal·lins i ocasionalment policristal·lins), mica moscovita, mica biotita, plagiòclasi, fragments de roca metamòrfica i fragments de roca carbonàtics micrítics.

MATRIU:

Absència de matriu.

CIMENT:

Mineralogia: el mineral que forma el ciment és calcita.

Textures i relacions: ciment intergranular de les partícules de calcita; de vegades el ciment obre la mica i es troba de forma intragranular.

Ordre de cimentació: -

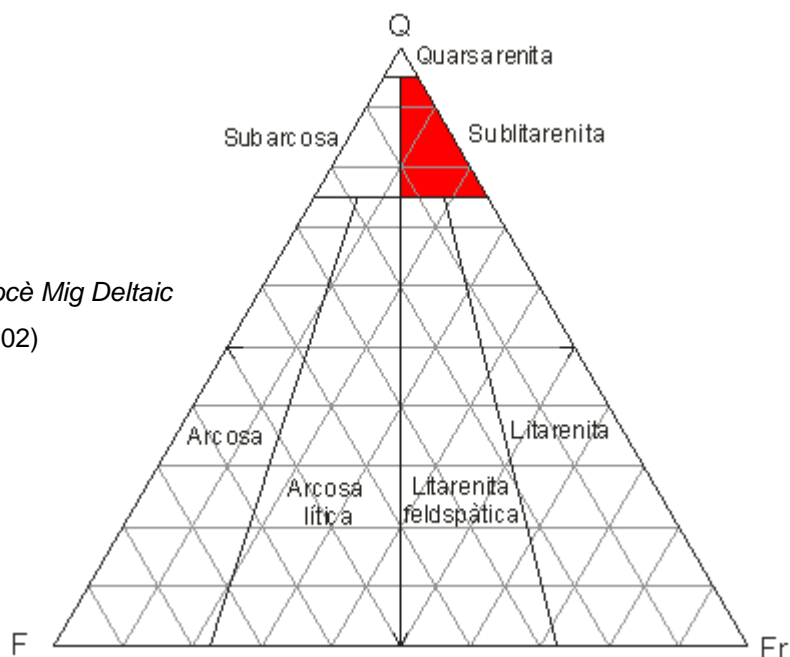
POROSITAT:

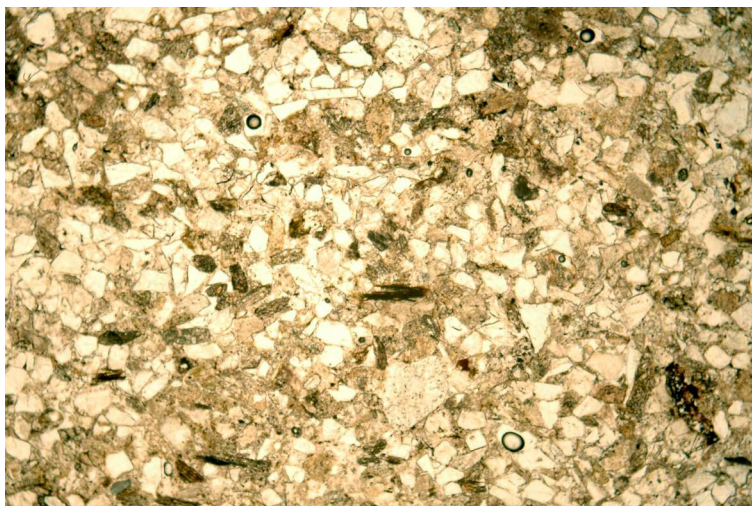
Primària (tipus): absent.

Secundària (tipus): -

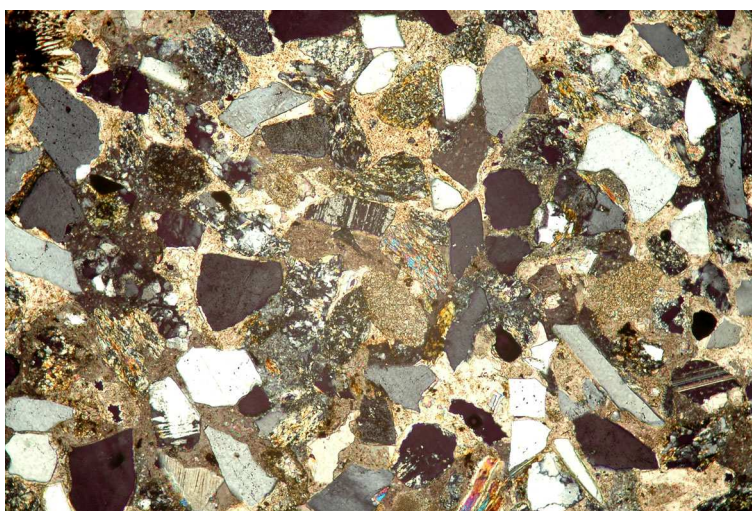
CLASSIFICACIÓ (Folk, 1968):

SUBLITARENITA del *Miocè Mig Deltaic*
(Parcerisa, 2002)

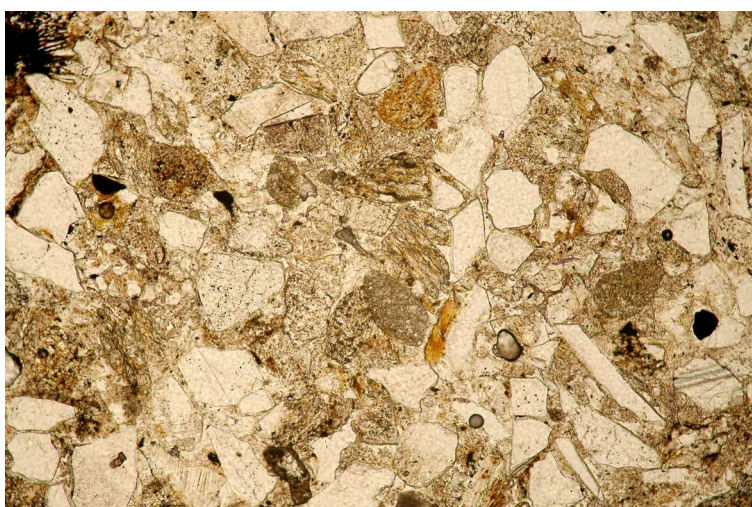




Vista general (x4) de la mostra SA-03 a nícols paral·lels. La base de la foto equival a 4 mm.



Vista de detall (x10) de la mostra SA-03 a nícols creuats. La base de la foto equival a 1'6 mm.



Vista de detall (x10) de la mostra SA-03 a nícols paral·lels. La base de la foto equival a 1'6 mm.

CARACTERITZACIÓ PETROGRÀFICA DE LES ROQUES

Número mostra: SA-05

ESQUELET:

Característiques texturals: texturalment presenta una granulometria de mida fina a grollera.

Els grans de quars són subangulars a subarrodonits. Mal seleccionat.

Composició: en aquesta mostra es troben minerals de quars (monocristal·lins i policristal·lins) i ttxert, mica clorita, feldspat potàssic, fragments de roca plutònica, fragments de roca metamòrfica, fragments de roca carbonàtics (micrític i esperític, en ocasions amb fòssils) i fòssils de bivalves.

MATRIU:

Absència de matriu.

CIMENT:

Mineralogia: el mineral que forma el ciment és calcita.

Textures i relacions: ciment esperític de calcita.

Ordre de cimentació: -

POROSITAT:

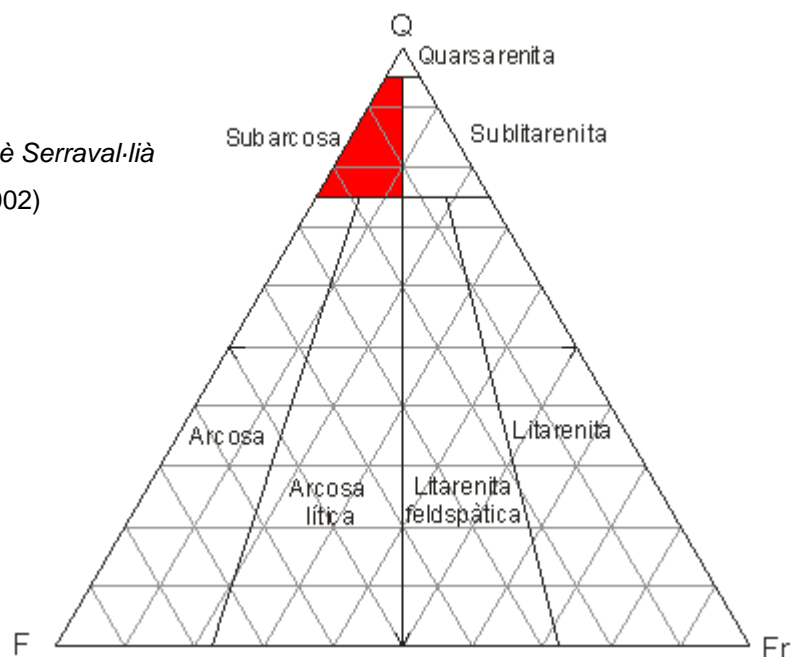
Primària (tipus): -

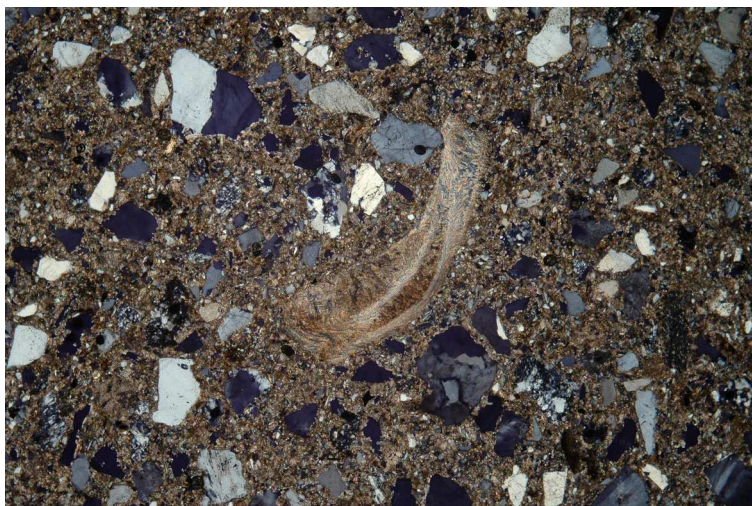
Secundària (tipus): presenta porositat secundària mòldica per dissolució fòssil.

CLASSIFICACIÓ (Folk, 1968):

SUBARCOSA del *Miocè Serraval·lià*

(Parcerisa, 2002)

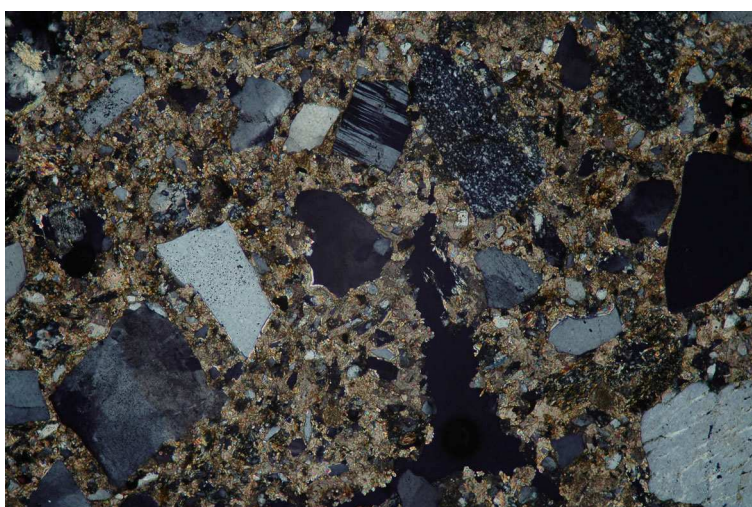




Vista general (x4) de la mostra SA-05 a nicols creuats. Detall d'un fòssil. La base de la foto equival a 4 mm.



Vista general (x4) de la mostra SA-05 a nicols paral·lels. Detall d'un fòssil. La base de la foto equival a 4 mm.



Vista de detall (x10) de la mostra SA-05 a nicols creuats. Detall d'un feldspat potàssic. La base de la foto equival a 1'6 mm.

CARACTERITZACIÓ PETROGRÀFICA DE LES ROQUES

Número mostra: SA-10

ESQUELET:

Característiques texturals: texturalment presenta una granulometria de mida fina a microconglomerat. Els grans de són subangulars a subarrodonits. En general, mal seleccionat.

Composició: en aquesta mostra es troben minerals de quars (monocristal·lins i policristal·lins), plagiòclasi, feldspat potàssic, fragments de roca plutònica i filoniana (pòrfirs), fragments de roca metamòrfica i també es detecta la presència de fòssils (gasteròpodes i bivalves).

MATRIU:

Absència de matriu.

CIMENT:

Mineralogia: el mineral que forma el ciment és calcita.

Textures i relacions: ciment intergranular reomplint la porositat primària i reomplint la porositat secundària en fractures circumgranulars.

Ordre de cimentació: -

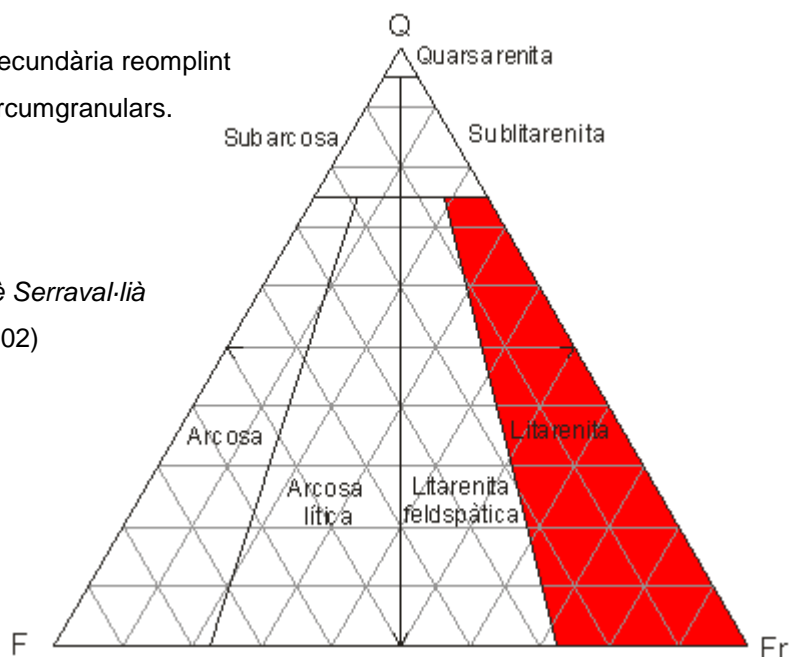
POROSITAT:

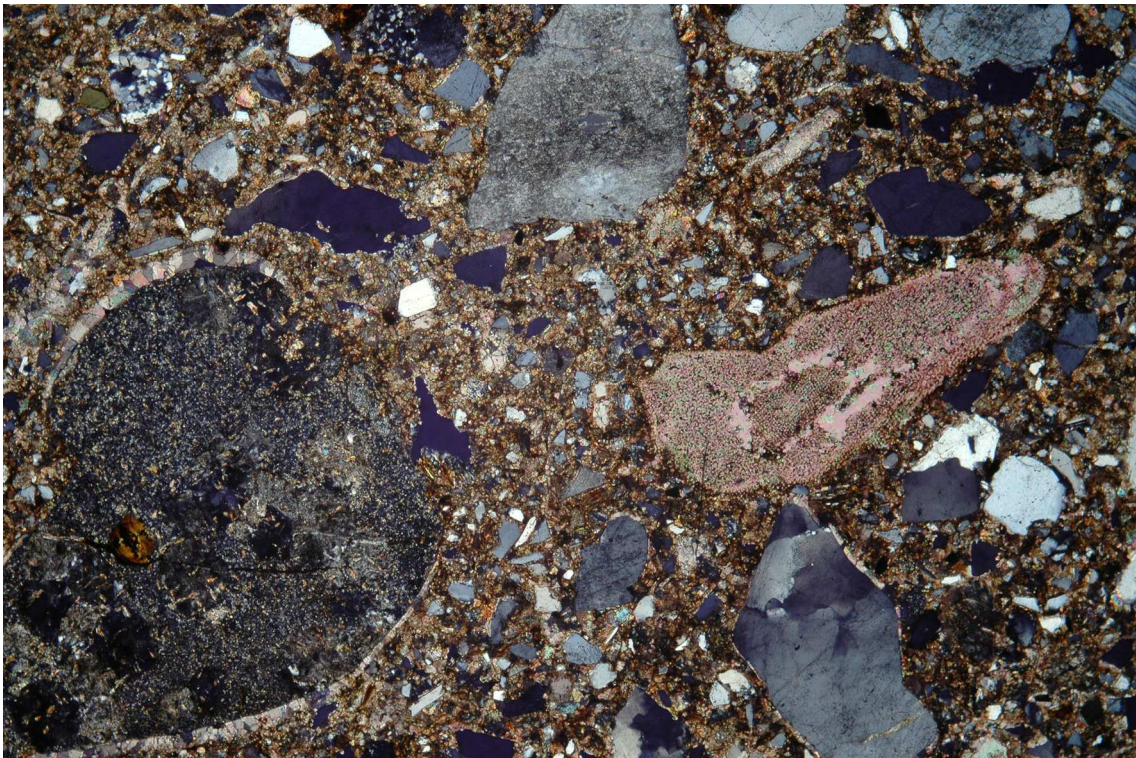
Primària (tipus): porositat primària intergranular.

Secundària (tipus): porositat secundària reomplint fractures circumgranulars.

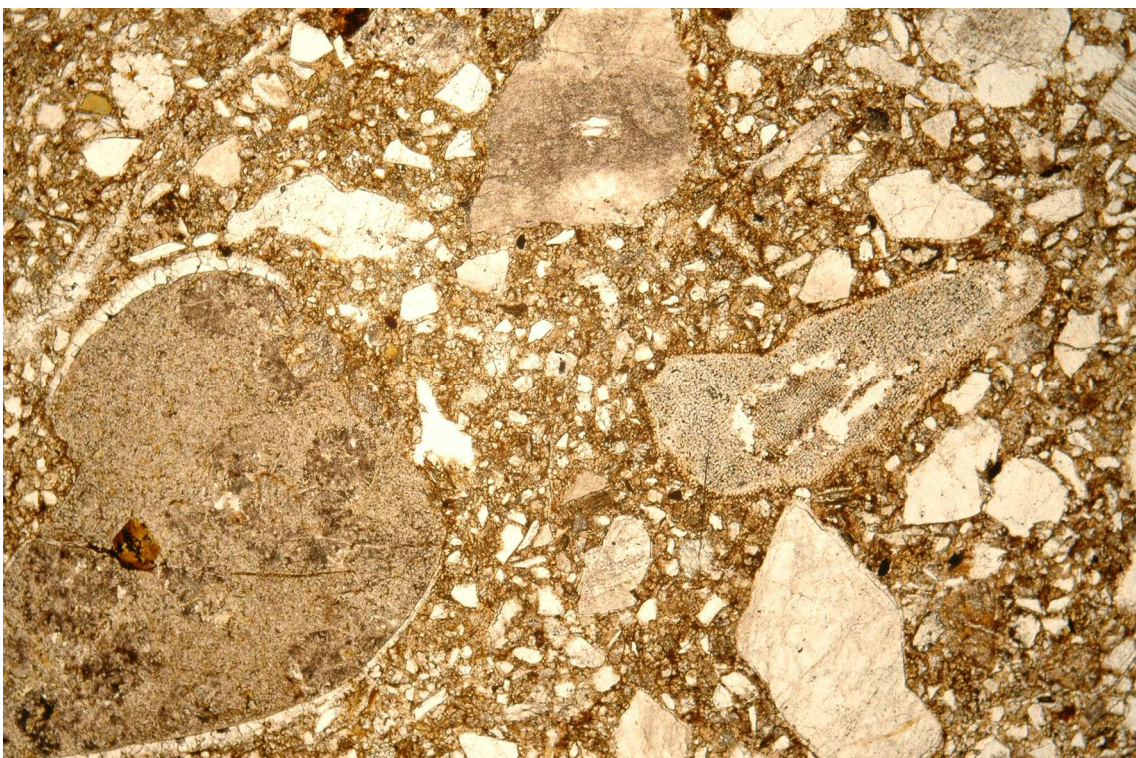
CLASSIFICACIÓ (Folk, 1968):

LITARENITA del *Miocè Serraval·lià*
(Parcerisa, 2002)

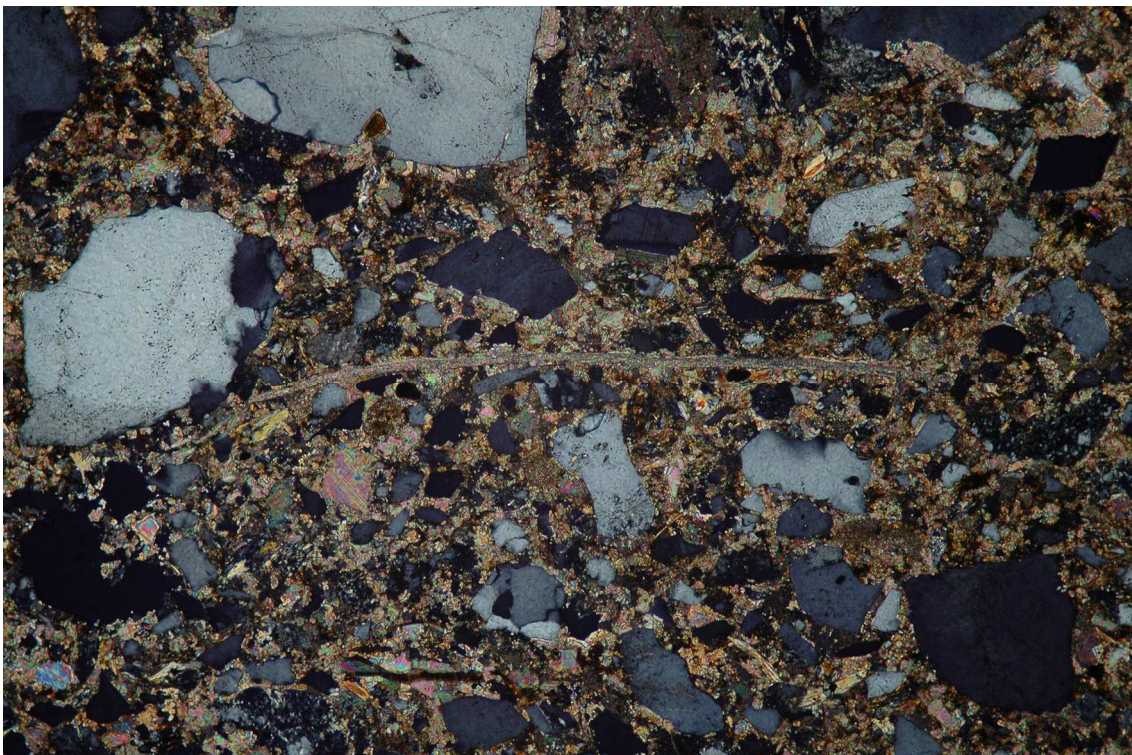




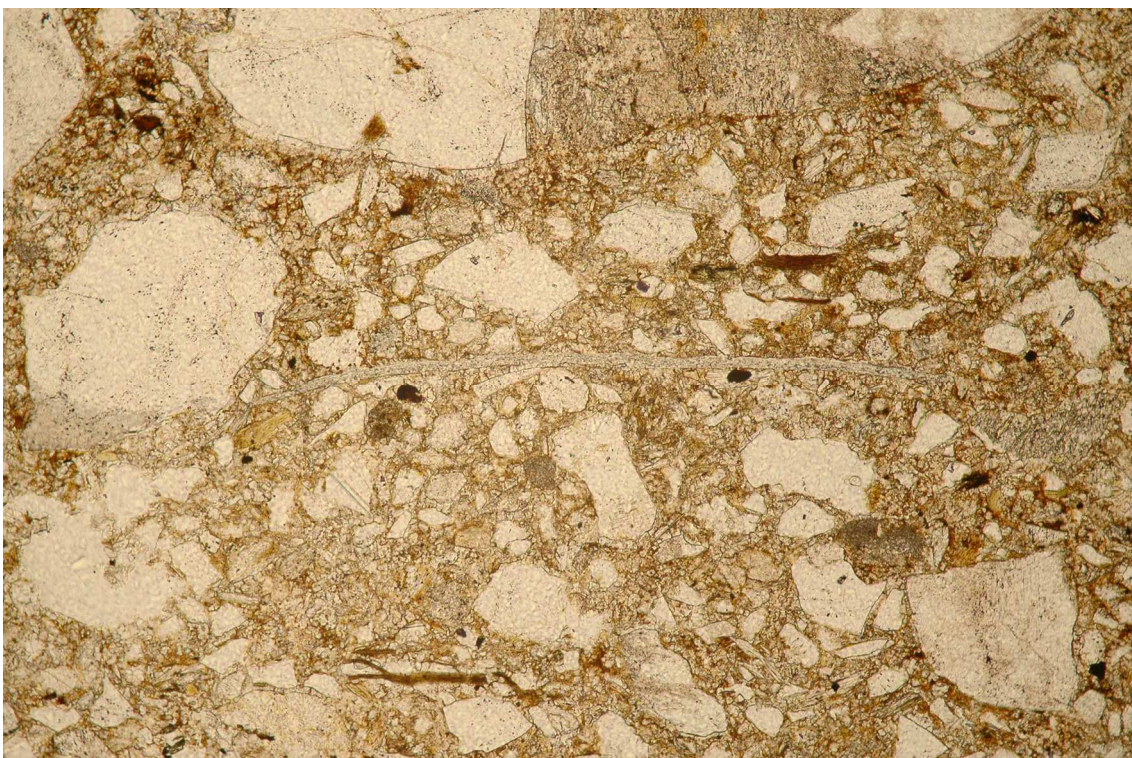
Vista general (x4) de la mostra SA-10 a nìcols creuats. La base de la foto equival a 4 mm.



Vista general (x4) de la mostra SA-10 a nìcols paral·lels. La base de la foto equival a 4 mm.



Vista de detall (x10) de la mostra SA-10 a nícols creuats. Detall d'un fòssil. La base de la foto equival a 1'6 mm.



Vista de detall (x10) de la mostra SA-10 a nícols paral·lels. Detall d'un fòssil. La base de la foto equival a 1'6 mm.

CARACTERITZACIÓ PETROGRÀFICA DE LES ROQUES

Número mostra: L2 63 (51)

ESQUELET:

Característiques texturals: texturalment, aquest gres, presenta una granulometria de mida fina. Els fòssils constitueixen les partícules més grans. Els grans són subangulars. Moderada selecció. Els contactes entre grans són puntuals.

Composició: en aquesta mostra es troben minerals de quars (monocristal·lins i ocasionalment algun de policristal·lí), feldspat potàssic, mica moscovita, mica biotita, fragments de roca metamòrfica (pissarra), fragments carbonàtics micrítics i també es detecta la presència de fòssils: gasteròpodes (*turritelles*), bivalves (*ostreids*) i foraminífers.

MATRIU:

Absència de matriu.

CIMENT:

Mineralogia: el mineral que forma el ciment és calcita.

Textures i relacions: ciment intergranular de calcita i intragranular dins als fòssils.

Ordre de cimentació: en primer lloc l'intergranular i en segon lloc el de dins als fòssils

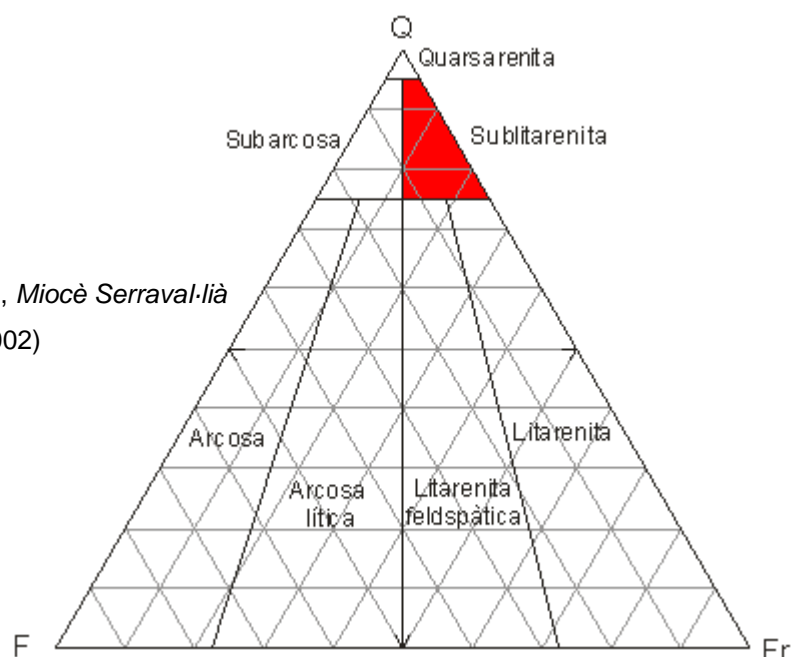
POROSITAT:

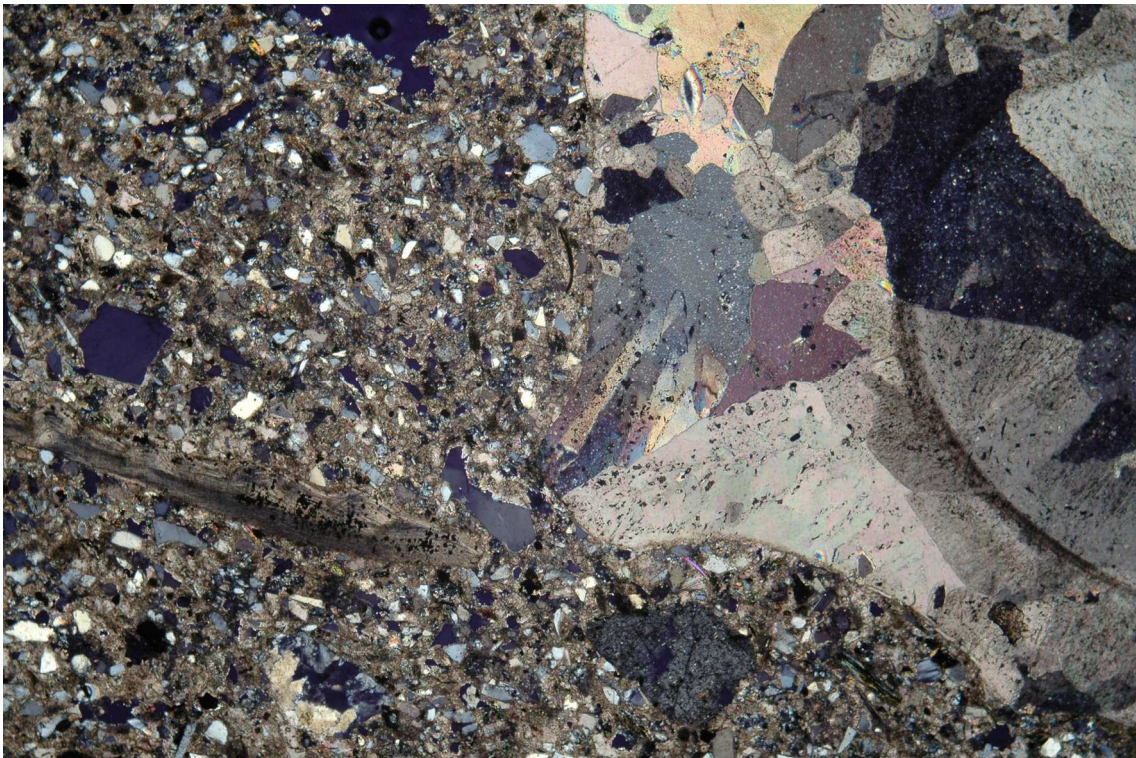
Primària (tipus): -

Secundària (tipus): -

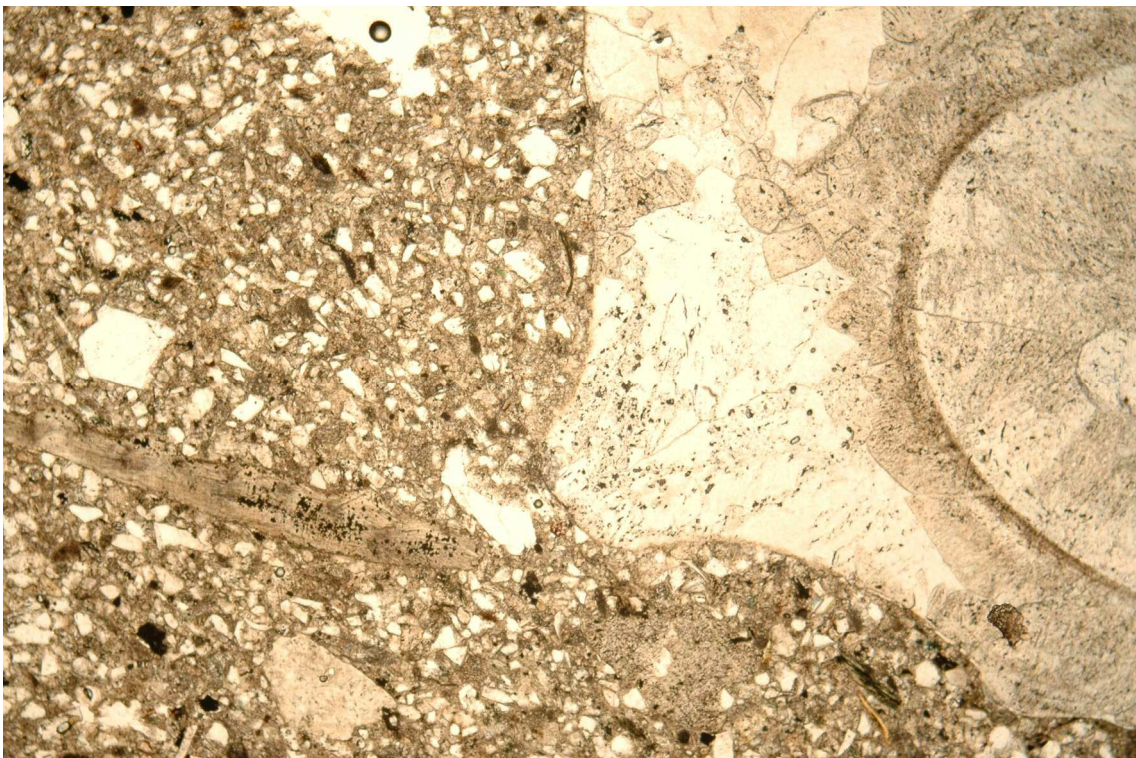
CLASSIFICACIÓ (Folk, 1968):

SUBLITARENITA amb fòssils, *Miocè Serraval·lià*
(Parcerisa, 2002)

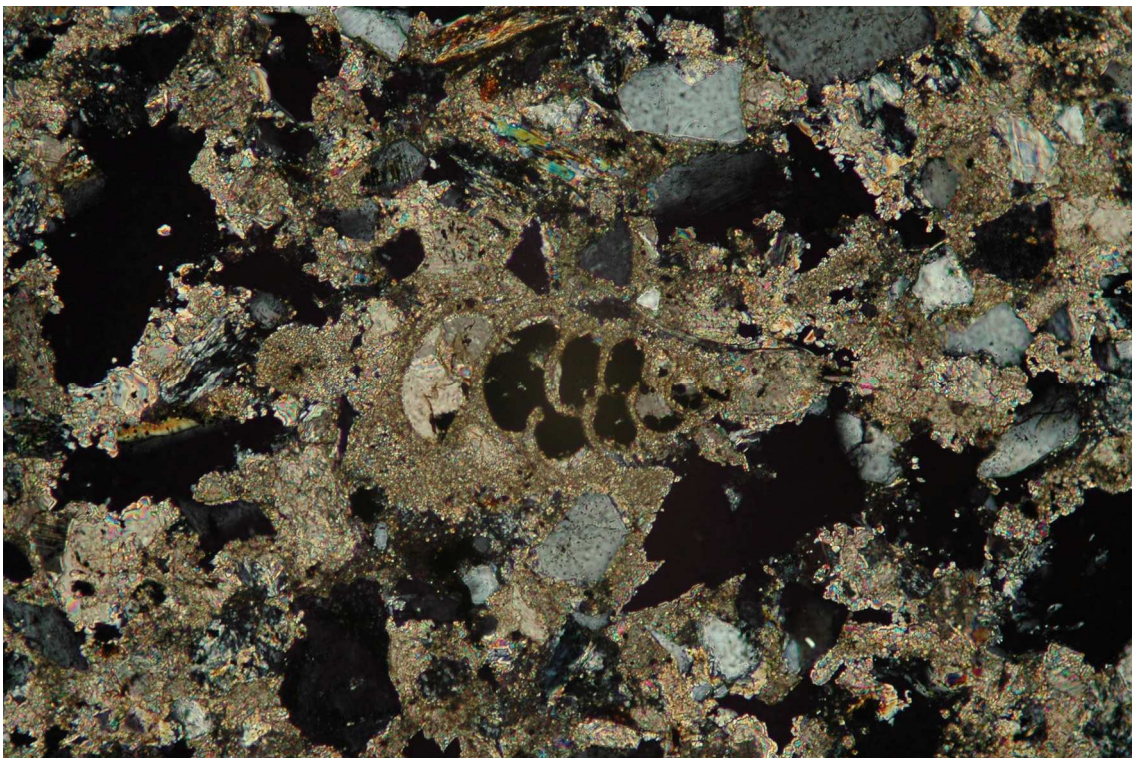




Vista general (x4) de la mostra L2 63 (51) a nícols creuats. La base de la foto equival a 4 mm.



Vista general (x4) de la mostra L2 63 (51) a nícols paral·lels. La base de la foto equival a 4 mm.



Vista de detall (x20) de la mostra L2 63 (51) a nícols creuats. Detall d'un foraminífer. La base de la foto equival a 0'8 mm.



Vista de detall (x20) de la mostra L2 63 (51) a nícols paral·lels. Detall d'un foraminífer. La base de la foto equival a 0'8 mm.